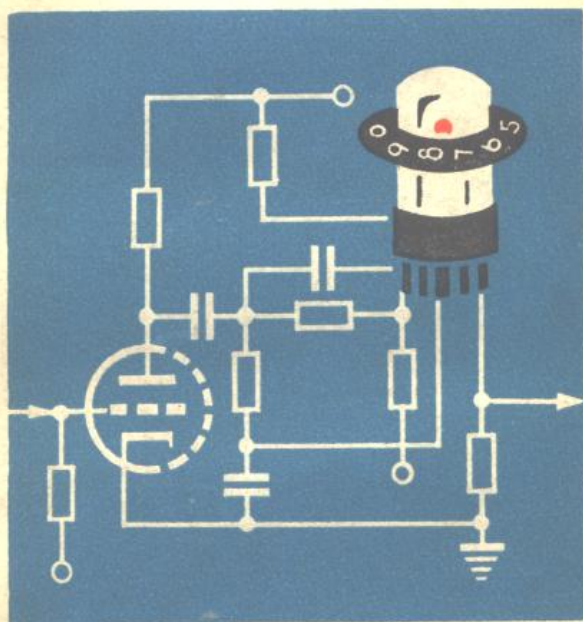


十进计数管及其应用



苏联 B. M. 列普金著

邱永华译

人民邮电出版社

73.6
211

十进计数管及其应用

苏联 B. M. 列普金著

邱 永 华 译

人民邮电出版社

В. М. ЛИПКИН
ДЕКАТРОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
ГОСЭНЕРГОИЗДАТ 1960

内 容 提 要

本书阐述了有关气体放电式十进计数管及其控制电路的基本知识。讨论了用十进计数管构成的各种类型计数器、分频器、发生器及其他测量和调节仪器，同时也叙述了必需的辅助设备电路。

本书是为具备一定知识的无线电爱好者及工厂实验室工作者所写的。

十进计数管及其应用

著 者： 苏 联 В. М. 列 普 金
译 者： 邱 永 华
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许可证出字第〇四八号)

印刷者： 北 京 市 印 刷 一 厂
发行者： 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32

印张 2 页数 32

印刷字数 44,000 字

1964 年 6 月北京第一版

1964 年 6 月北京第一次印刷

印数 1—6,700 册

统一书号：15045·总1399—无391

定价：(科) 0.24 元

目 录

緒 言

第一章 十进計数管的工作原理	2
十进計数管的分类	2
双脉冲式十进計数管	3
单脉冲式十进計数管	6
換接器式十进計数管	8
苏联生产的十进計数管型号	9
第二章 十进計数管的控制电路	10
形成脉冲的控制电路	10
十进計数管单元的級联	15
脉冲可逆計数鏈中各单元的級联	17
利用各种传感器信号的控制装置	20
第三章 十进計数管清除电路及其电源电路	22
第四章 十进計数管的应用	24
十进計数管式計数器中給定脉冲数的电記錄	24
分頻器	27
示波器的時間标志发生器	29
同步电动机的驱动与頻率标定	31
脉冲計数器的若干应用	32
精确跃变頻率的发生器	36
十进計数管式頻率-相位計	39
測速表	44
遙測轉換开关	49
控制焊接状态的設備	51
有准确半波关系的矩形振蕩发生器	56
十进計数管的其他可能应用	58

07367

結束語	59
参考文献	60

01230

緒 言

目前电子計数电路已日益普及，它不仅在于数字計算机中，而且在各种測量、計数及調整設備中亦得到广泛应用。获得数字形式的輸出值（断續輸出）为提高測量准确度和簡化对測量結果的处理創造了条件。电子計数电路与类似的机电計数电路相比的优点是最高計数速度大大地增加以及用电信号簡化了控制。

电子計数电路不仅可以用电子管或晶体管来組成，而且在这方面的發展已經促使制成專門用在十进制計数系統中作計数用的器件。属于这些器件的有磁旋管，多阴极气体放电管——十进計数管等。

以下要談到的运算、測量、調整用的数字設備，在原則上都可采用上面所列举的任何一种計数元件。但是在需要按十进制計数而計数速度不大于10—20千赫的情况下，利用十进計数管要比用其他类型元件的計数装置有一系列优点。

十进計数管是由盘形阳极和分布在它周围的金属綫状阴极所构成的多电极充气管。在加上輸入脉冲后，阳极与某一阴极之間的輝光放电沿着阴极环定向地移动。

計数結果可以通过十进計数管的玻壳圓頂按照放电发光的位置讀出，同样也可以按照阴极回路中負載上的电压用电的方式讀出。

用十进計数管的計数綫路比其他电子計数装置优越之处，就在于所用綫路簡單，結果的指示是可見的，同时由于利用了冷阴极，所以非常省电。

用十进計数管的計数单元在最簡單的情况下，除了計数管

本身以外，仅使用真空三极管及若干电阻、电容。当电流为1.5毫安时，十进计数管消耗的电源功率约为0.6瓦。然而有同样作用的真空管十进计数装置就需要用四个双三极管，将近五十个电容及电阻和九个指示氛灯。此外，这样的线路要消耗较大的电源功率。

用晶体管的计数线路在消耗电源功率、可靠性及尺寸方面要比用真空管的计数线路优越，但是它为了实现用可见的方式来读出结果还需要一套复杂的装置。

由于使用十进计数管的计数电路的上述优点使得它日益广泛地使用在测量、试验及调整设备中。由于十进计数管省电、可靠、所用电路简单及读出结果方便，所以目前已经出现许多关于十进计数管的各种应用的报导。

这本小册子的目的是向读者介绍各种类型的十进计数管的工作原理和它的控制线路，同时亦给出了十进计数管在各种无线电电子设备中的应用资料。

第一章 十进计数管的工作原理

十进计数管的分类

十进计数管是冷阴极气体放电管，它主要是由阳极和围绕阳极均匀分布的许多阴极所组成。放电只能在其中一个阴极上保持下来，并且可以利用由外界电路所形成的控制脉冲来使放电转移至下一个阴极。

十进计数管可以按照放电从一个阴极转移至另一个阴极的方法来分类，同样也可以按照它所能实现的电路作用（这种作用和各电极引线接至管脚的方式有关）来分类。

按照放电的转移方法可分为双脉冲式及单脉冲式十进计数

管，而按照它所能实现的作用可分为计数式及换接器式十进计数管。

双脉冲式十进计数管

目前已生产出许多类型的双脉冲式十进计数管。为了说明十进计数管的结构及工作原理，我们来研究 0Г5 型双脉冲计数式十进计数管（图 1）。

这种十进计数管是由盘形阳极和围绕阳极均匀分布的三

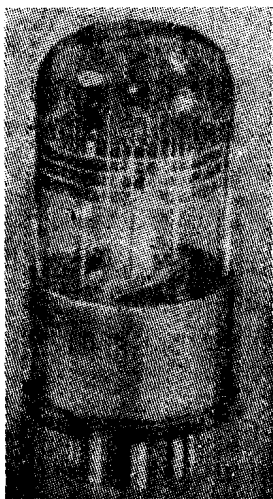


图 1 0Г5 型双脉冲式十进计数管外形

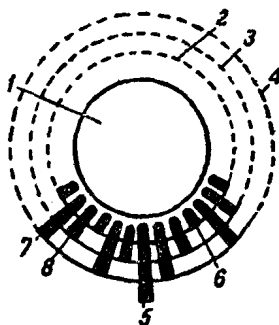


图 2 0Г5 型十进计数管中电极布置图
1—阳极(A); 2—连接指示阴极 1—9 的阴极环; 3—第一付阴极环 (1ПK); 4—第二付阴极环 (2ПK); 5—零指示阴极 (OK); 6—第九个指示阴极; 7—第二付阴极; 8—第一付阴极

十个棒形阴极所组成（图 2）。所有电极都放在充满气体的玻璃管壳内。十进计数管的三十个阴极分成十组，每一组内有三种能起不同作用的阴极。其中一个称为指示阴极 (K)，而另外两个分别称为第一及第二付阴极 (1ПK 及 2ПK)。

同一用途的阴极在管泡内接成阴极环，环上有引线接到管

脚。只有其中一个指示阴极（零指示阴极）是例外，它有单独的引线接到管脚上。这个阴极用作输出电极，并同时用来清除读数（建立零值）。

十进计数管的连接电路如图3所示。十进计数管的电源电压应该高于其起燃电压。为了在阴极上正常地建立放电，在第一和第二付阴极上通过去耦电阻 R_1 及 R_2 加上大约为 40—60

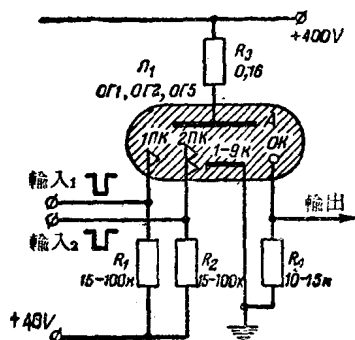


图3 十进计数管的连接电路

伏的正偏压，因此阳极与付阴极之间的电压变成低于阳极与阴极之间的电压。放电起燃后，阳极与阴极之间便建立燃烧电压。十进计数管的阳极回路中电阻 R_3 用来限止电流。在正常工作电流下，由于辉光放电的特点，仅在十进计数管的一个指示阴极上发光。十进计数管正常工作时的工作电流范围注

明在它的说明书中。

放电从任何一个指示阴极转移至下一个指示阴极是利用在付阴极环上加上两个在时间上彼此错开的负脉冲来实现的。当在控制线路的输入端加上外来脉冲后，控制线路就能形成两个有时差的脉冲。在理想情况下，所形成的两个脉冲是矩形的，并且第一个脉冲结束后第二个脉冲立刻开始，两个脉冲的波峰之间的间隔不应超过 1—2 微秒。

按时间来说的第一个脉冲加在第一付阴极环上，而第二个脉冲加在第二付阴极环上。在第一个脉冲到达的一瞬间，所有第一付阴极都得到同一负电位，因而使阳极和第一付阴极之间

电压升高。由于在已燃的指示阴极附近有电子及离子浓度较高的区域，这样在已燃阴极邻近的第一付阴极的起燃电压就变得较低，其上便发生放电。放电的这种选择性地转移到邻近电极是所有气体放电计数管的作用基础。

当阳极与第一付阴极之间发生放电以后，它们之间同样建立燃烧电压。因此阳极电位下降的数值差不多等于在第一付阴极上负脉冲的幅值。这时阳极与原先燃烧的指示阴极之间的电压降变成不足以维持它们之间的放电，因而熄灭了。

加到第二付阴极环上的第二个负脉冲又使在已燃的第一付阴极附近的第二付阴极棒发生放电。第二个脉冲结束以后，两个付阴极上都恢复正偏压。因而放电就过渡到最靠近第二付阴极的电离区的指示阴极棒上。这样就完成了放电从一个指示阴极转移到邻近的指示阴极上的一个循环。当在两个付阴极环上再加上一对使放电转移的脉冲时，放电过渡到下一个指示阴极上的过程重又进行。

在控制线路的输入端加上一串脉冲将使放电沿着阴极环移动，而且每经十个输入脉冲后在零阴极电路中的电阻 R_4 上就产生输出脉冲，它的重复频率为输入脉冲频率的十分之一（图 4）。改变加在付阴极环上的两个控制脉冲的先后次序就可以改

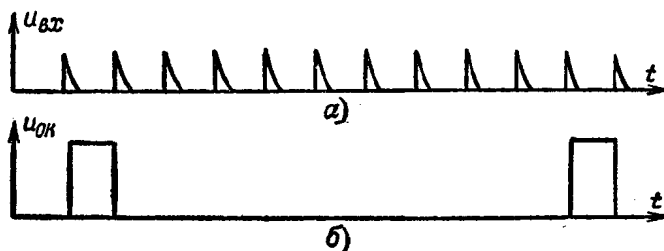


图 4 十进制计数管单元电路中的脉冲
a—十进制计数管单元的输入脉冲；b—零阴极电路中的输出脉冲

变放电轉移的方向（可逆計数），这样就能够直接利用十进計数管作减法。

虽然从表面上看得到两个有时移的脉冲是复杂的，但是双脉冲式十进計数管由于它工作可靠并且能够双向計数所以得到了广泛应用。双脉冲式十进計数管的負控制脉冲的幅值在 100—150 伏的范围内，而脉冲持續時間在 15—250 微秒的范围内（取决于所需要的計数速度）。

单脉冲式十进計数管

单脉冲式十进計数管与双脉冲式的区别就在于它工作时只需要一个控制脉冲，这样当工作在較高頻率时就有可能用更简单的控制綫路。这种十进計数管的结构比双脉冲式要稍为复杂些。

我們来研究苏联生产的 0Г3 型单脉冲式十进計数管。这种器件的計数速度可达 20 千赫。

由图 5 可見，十进計数管的四十个阴极圍繞着公共阳极作均匀分布，并分成十組。同一用途的四組阴极分別接至四个环上，其中一个环連接各指示阴极，而其余三个环分別接至第一、第二及第三轉移付阴极。指示阴极环和第一、第二及第三付阴极的阴极环都有引綫接到管脚上。零指示阴极和位于第九与零指示阴极之間的第三付阴极棒都有单独引綫。零指示阴极可以用作輸出脉冲源。

单脉冲式十进計数管的原理連接綫路如图 6 所示。在沒有控制脉冲时阳极与某一指示阴极之間放电。为了使放电轉移至下一个阴极，在綫路的輸入端加上負极性的控制脉冲，因此阳极和所有第一、第二付阴极之間电位差增加了。

因为在已燃指示阴极附近的第一付阴极棒的起燃电压較

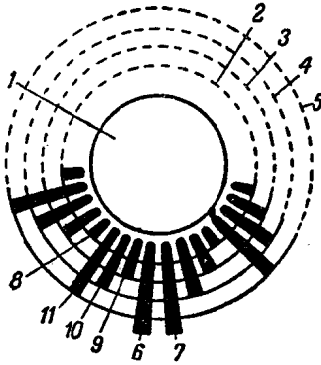


图 5 0Γ3 型十进计数管中电极布置图
1—阳极(A); 2—连接指示阴极1—9的
阴极环; 3—第一付阴极环(1ΠK); 4—
第二付阴极环(2ΠK); 5—连接1—9第
三付阴极的环(3ΠK); 6—零指示阴极
(OK); 7—零输出第三付阴极(03ΠK);
8—第一付阴极; 9—第一付付阴极; 10—
第二付阴极; 11—第三付阴极

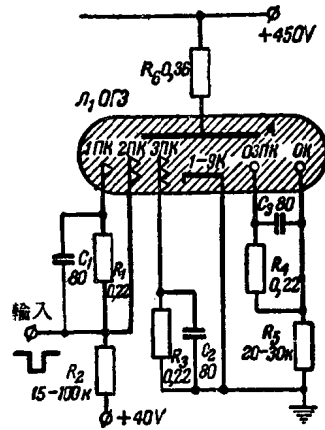


图 6 0Γ3 型十进计数管连接
电路

低，因此其上产生放电。同时，阳极和已燃指示阴极之间的电压减小到不足以维持放电的数值，因而它们之间的放电熄灭。

在第一付阴极电路中 $R_1 C_1$ 并联电路是由阻值相当大（约 200 千欧）的电阻和小容量（80 微微法）的电容所组成的，这样就使第一付阴极电流对电容 C_1 充电时，第一付阴极环上电压很快升高。由于阳极和放电电极之间电位差保持不变，因而阳极电位就同时升高。

当阳极和第二付阴极之间电压变成高于起燃电压时，放电就转移到在发光的第一付阴极棒电离区附近的第二付阴极棒上，而第一付阴极停止放电。

应该注意，负极性控制脉冲的前沿不应该太陡（不小于 1—2 微秒）。否则第二付阴极棒电离程度可能还不够，因而

发生放电的反向轉移。

当控制脉冲結束以后，在第一和第二付阴极环上恢复了原先的正偏压，而放电过渡到靠近高度电离区的第三付阴极棒上。以后，与第一付阴极电路中的过程相类似的过程使放电轉移至指示阴极上，于是在第三付阴极棒上的放电停止。

在加上下一个輸入脉冲之前的時間間隔內，电容 C_1 、 C_2 及 C_3 通过并联电阻放电，十进計数管各电极又恢复初始状态。加上下一个輸入脉冲时又使放电轉移至隣近指示阴极上。在十个輸入脉冲以后，十进計数管的电阻 R_4 与 R_5 上产生輸出脉冲。

从图 6 可見，在輸出（零）阴极棒之前的第三付阴极棒有单独的引綫，而和它连接的 R_4 C_3 电路又直接接至零阴极的引綫。因此零阴极与第三付阴极之間电位差和阴极迴路中的負載关系很小，这就保証了放电从第三付阴极快速过渡到零指示阴极。第三付阴极的零輸出端在某些綫路中同样可以用来得到短促的輸出脉冲，这个脉冲在時間上超前于零阴极上的輸出脉冲。

单脉冲式十进計数管特别适合于工作在較高的計数速度，因为控制十进計数管的一个短促脉冲的引成电路是比較簡單的。单脉冲式十进計数管的缺点是很难实现可逆計数。但是在大多数应用中并不需要可逆計数。

换接器式十进計数管

自动学、測量及遙測的許多任务可以利用所謂换接器式十进計数管来解决。换接器式十进計数管和通常計数式十进計数管的区别就在于它不仅将零阴极和其余阴极环引至管脚上，而且所有指示阴极棒都单独引至管脚上。因此换接器式十进計数管能够在多通道电路中进行无接点换接，而同样能記錄輸入脉

冲数目，记录的方式不仅是可见的，而且亦可利用接在阴极回路中的负载电阻以电的形式表示。

利用这种十进计数管来实现的换接及逻辑运算，它的使用范围要比计数广泛得多。除了换接器式和计数式以外，还有中间类型的十进计数管，这种十进计数管的某些附加的阴极或付阴极棒接至管脚。

苏联生产的十进计数管型号

十进计数管工作时必须要有和它型号相对应的电源电压、工作电流及规定的控制脉冲的特性。表1给出了苏联工业生产的十进计数管及它们的控制脉冲特性的数据。

表 1

参 数	十进计数管型号			
	0 Г 1*	0 Г 2*	0 Г 3	0 Г 5**
起燃电压, 伏	≤300	≤300	≤420	≤350
燃烧电压, 伏	150	150	190	175
阳极电流, 毫安	1.1—1.5	1.1—1.5	0.7±0.1	1.3±0.2
电源电压, 伏	360—450	360—450	450±10	400
控制脉冲形式	双脉冲	双脉冲	单脉冲	双脉冲
负极性控制脉冲的幅度, 伏	120—150	120—150	100—120	100—120
控制脉冲持续时间, 微秒	40	60	18±2	30—35
阴极负载上的电压(最大值), 伏	15±5	15±5	15±5	≤ 20
第一与第二付阴极上的偏压, 伏	+50±25	+50±25	+40±10	+60±20
最高计数速度, 每秒内脉冲数	8000	3000	20000	10000
用 途	十进计数器			

* 不推荐使用。

** 初步数据。

第二章 十进計数管的控制电路

形成脉冲的控制电路

以下来討論用矩形輸入脉冲触发的控制脉冲形成电路。这些电路同样适用于多級十进計数管装置，在这些装置中，前一个十进計数管阴极負載上的輸出脉冲就是下一个十进計数管控制綫路的輸入脉冲。

矩形控制脉冲对于計数速度較高的十进計数管的工作来說是很重要的，因为矩形脉冲在付阴极上能很快地建立起最大脉冲幅度，这样就縮短了放电轉移至新电极上的時間，因而保証計数管工作頻率最高。

假設控制脉冲不是矩形的，則为了使十进計数管正常工作，脉冲的持續時間必須增加，以保証脉冲接近于幅值的持續時間不小于表 1 所示的数据。因此，十进計数管的最大工作速度降低了。

由于形成矩形脉冲是十分复杂的，所以当双脉冲式十进計数管作低頻工作时，可以采用簡化的控制电路。在这些电路用簡單的方法使一个控制脉冲分成两个脉冲，而波形的变坏則用增加脉冲的持續時間来补偿。

在以下研究的电路中，矩形或接近于矩形的脉冲仅加在第一付阴极环上，而第二付阴极环上的时移脉冲是用无源 RC 电路形成的。例如：在图 7, a 电路中，脉冲加至第一付阴极以后，第二付阴极上的脉冲电压由于电容 C_4 通过电阻 R_3 充电而逐漸升高。通常 RC 時間常数选择得使在輸入脉冲的持續時間內，第二付阴极上的电压升高至最大值。在第一付阴极上的脉冲結束以后，第二付阴极上的負电压开始平滑地下降，而在几十微

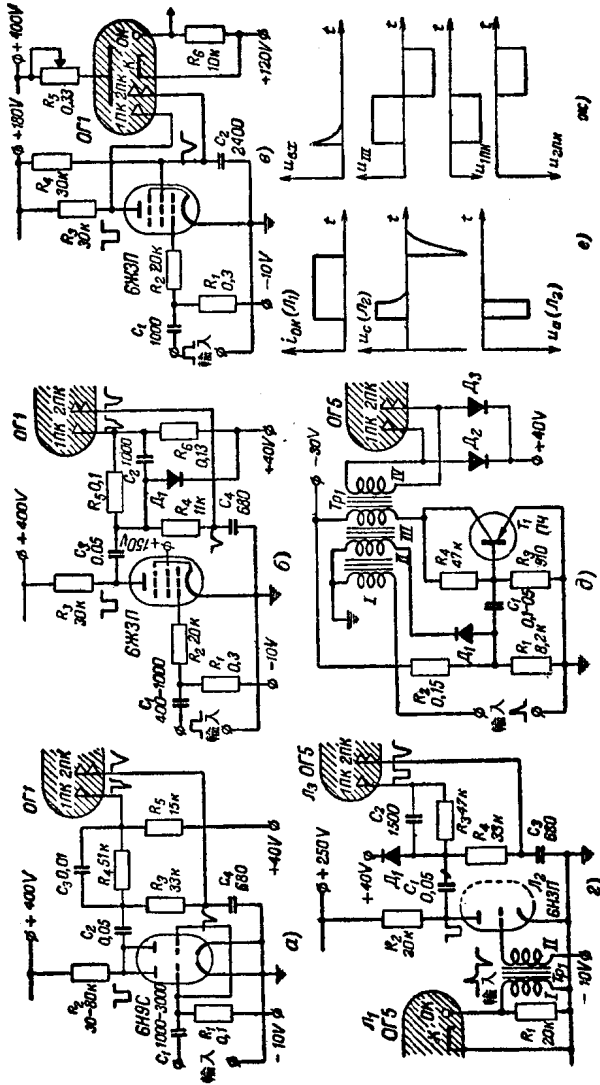


图 7 控制十进制计数管的简化电路

秒的时间內它應該仍保持足够高的电压，使在其中一个第二付阴极上保持放电。由于在第一付阴极上的放电电流对电容 C_3 充电，减小了阳极与第一付阴极之间的电压，这样也促进了放电朝第二付阴极的轉移。这个电路在計数速度为 3—4 千赫情况下能滿意地工作。假如計数速度不超过 1 千赫，則 R_3 、 R_4 、 R_5 的阻值及 C_4 的电容量可以增加 1—2 倍。

图 7,б 控制电路中，由于利用二极管 D_1 促进了在計数速度比較高时付阴极迴路中积累电荷的流通，因而能达到比图 7,а 电路更高的計数速度。图 7,а 和 7,б 电路的其余工作机理都相同。后一电路的計数速度可达 6—8 千赫。

图 7,в 电路可以实现更高的計数速度。在这个电路中，十进計数管的第一付阴极接至平时截止的五极管的板极上，而第二付阴极接到它的帘柵极上。在五极管的控制柵上加正的輸入脉冲以后，五极管就开始导电，板压下降，因此十进計数管中的放电轉移到第一付阴极上。同时，电容 C_2 通过五极管的帘柵流而逐渐放电，这样就在第二付阴极上出現一个延迟的負脉冲。根据已有的一些报导，这个电路是十分令人滿意的，但是为了得到最大的計数速度，十进計数管的电流應該比产品說明書上的数值大 30—50%。电路的缺点是使用的电压数目較多。

上述的 RC 控制电路可以用作級間脉冲形成电路，这种电路的輸入脉冲是从接在前一个十进計数管零阴极回路中的电阻上取得的。但是，实践表明，形成脉冲的无源迴路的电阻和电容的額定值應該随着十进計数管的工作速度不同而改变。例如，在十进計数管的工作速度較低时，必須增加图 7,а 电路中的 C_3 与 C_4 ，图 7,б 电路中的 C_2 与 C_4 以及图 7,в 电路中 C_2 的电容量。