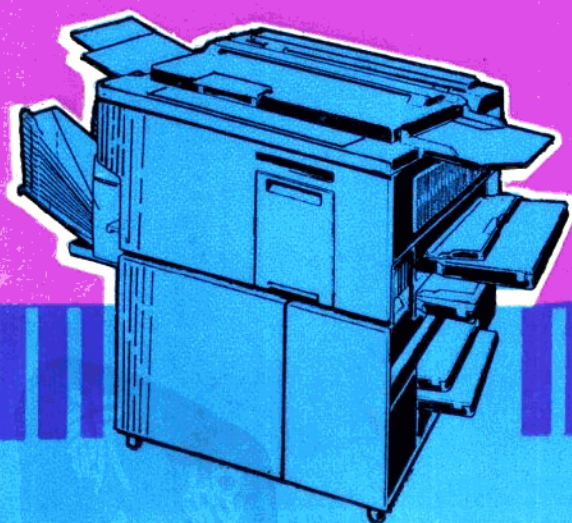


普通纸静电复印机的

原理及其维修

(下 册)



青岛市科学技术情报研究所

普通纸静电复印机的原理及其维修

(下 册)

刘 晓 明

青岛市科学技术情报研究所

1986.12

目 录

第九章 控制系统概述	1
一、控制系统的构成.....	1
二、基本电路的概念.....	8
第十章 扫描灯控制电路	17
一、简易的灯控电路.....	17
二、自动亮度控制.....	20
三、电路的调整与故障排除.....	24
第十一章 显影偏压控制电路	29
一、直流显影偏压的控制.....	29
二、交流显影偏压的控制.....	33
三、湿法静电复印机的显影偏压控制.....	38
第十二章 驱动电路	43
一、交流驱动电路.....	43
二、直流驱动电路与直流负载.....	47
三、镜头电机驱动电路.....	52
四、高压驱动电路.....	55
第十三章 电源电路	61
一、静电复印机的供电形式.....	61
二、电源电路的工作原理.....	63
三、电源电路的故障检修.....	69
第十四章 微型计算机简介	73
一、微型计算机的硬件结构.....	73
二、微型计算机的工作原理.....	79
第十五章 微型计算机的应用	85
一、静电复印机中常用的微型计算机.....	85
二、I/O接口电路和I/O接口电路的扩充.....	91
三、微处理器在静电复印机控制系统中的应用.....	95
第十六章 面板操作控制电路	102
一、单片机在面板操作控制电路中的应用.....	102
二、键盘输入控制.....	104
三、显示控制.....	108
四、面板操作控制电路故障的判断.....	112

第九章 控制系统概述

自从1949年,施乐公司推出第一台自动静电复印机以来,静电复印机的控制系统已逐渐成为整个静电复印技术中的一个重要研究课题。近年来,随着电子工业和微电子技术的迅速发展,静电复印机的控制系统已日趋完善。其性能和可靠性等方面不断得到提高,从而使静电复印机的自动化程度达到了一个很高的水平。特别是大规模集成电路和微型电子计算机的应用,使静电复印机朝着小型化、智能化以及多功能化方面又迈进了可喜的一步。

控制系统在整个静电复印机中的地位是十分重要的,它如同人的大脑和中枢神经一样。不但能按照复印程序的要求,自动完成充电、曝光、显影、转印、定影,以及复印纸输送等各种复印操作,而且能随时监视静电复印机各部位的工作状态。现代化的静电复印机除了能自动复印以外,还具有自动调整、补偿、自我诊断记忆等功能。例如,控制系统可以根据感光鼓的衰老情况,自动调整充电电压和扫描灯的曝光亮度;可以记住复印机操作人员所要求连续复印的张数,并自动按要求完成复印次数;另外,当静电复印机某部位出现异常现象时,还能自动停机报警,并显示出故障的位置。

可以想象,一台静电复印机的自动化程度越高,功能越强,它的控制系统也就越复杂。有些人认为静电复印机的复印原理比较容易理解,但对于控制原理,总觉得有些神秘。而往往有许多静电复印机,恰恰是由于控制系统出了毛病,而使机器不能正常运转,从这一点讲,充分理解静电复印机控制系统的原理,熟练掌握控制系统的维修技术,对于每个静电复印机的维修人员来说,是十分重要的。

一、控制系统的构成

静电复印机控制系统的结构大体包括:控制电路、传感器、负载、电源等。

控制电路:

控制电路是静电复印机控制系统中的核心部分。它接收来自传感器输入的各种信息,经过分析、判断、处理,然后控制相应的负载工作,进行某项复印操作。例如:控制电路接收到传感器送来的色调剂浓度检测信号后,分析判断色调剂浓度是否少于规定的标准值,从而决定是否控制色调剂补充电机或色调剂撒布器等负载启动工作。

如果说控制系统象大脑一样具有思维能力的话,那么控制电路就是大脑这个物质本身。

传感器:

静电复印机中,传感器的种类很多。它不但包括了各种敏感元件,而且还包括了大

部分微动开关和按键等。

传感器用来检测控制系统以外的各种复印信息，还用来输入人们操纵复印机的命令和数据。比如：复印者要求复印的张数；复印比例；复印浓度等数据，以及色调剂浓度；定影温度；卡纸等信息，都是通过传感器传送给控制电路的。

传感器、微动开关、按键等，在控制系统中的地位，如同人的感觉器官一样，控制系统正是通过这些感觉器官来接收外部信息的。

负载：

负载是静电复印机中具体执行某个复印动作的部件。它们接收来自控制电路的控制信号。并按照控制要求完成复印操作。扫描灯、定影加热器、电晕放电器，以及各种交流和直流电机、电磁离合器等都是控制系统中的负载。

负载的作用如同人的四肢和能够输出语言的喉舌。四肢和喉舌在大脑的指挥下，从事各项活动。而负载则是在控制电路的指挥下的完成各种复印动作。

电源电路：

任何电路不能离开电源。从某种意义上讲，电源好比人的心脏，它不断通过血管向人的肌体各部位输送新鲜血液，使之充满活力。而控制系统中的控制电路、传感器和负载工作时，要不断地消耗电能。电源电路则能够提供各种大小不同、形式不同的电能，以满足整个控制系统乃至整个静电复印机用电的需要。如果没有电源电路，静电复印机就会完全瘫痪。

1. 控制系统的结构框图

图112是一个静电复印机控制系统的结构框图。通过结构框图，我们可以比较清楚地看出控制系统的具体构成情况。

①传感器部分。

框图的左边部分是传感器部分。很明显，它主要是由一些敏感元件和微动开关等组成的。其中：

SW 表示开关或微动开关；

TH 表示热敏元件；

VR 表示可变电阻；

Q 表示光电开关；

CdS 表示光敏元件。

传感器分布在静电复印机的各个部位。当静电复印机工作时，它们将产生反映各种现行状态的信息和数据，通过连接线路传送给控制电路。下面简单说明一下图112框图中的传感器部分，其中有些传感器已在本书上册中作过详细介绍。

显影偏压转换：

显影偏压转换装置是一个双掷开关，一般安装在机器的主电路板上，或者安装在机器内部容易发现的地方，以便于拨动。复印机操作人员根据复印的需要设置开关的状态，可分别产生两个不同状态的显影偏压转换信号。控制电路接收到显影偏压转换信号后，根据不同的信号，分别控制输出两种不同频率，不同电压的显影偏压。

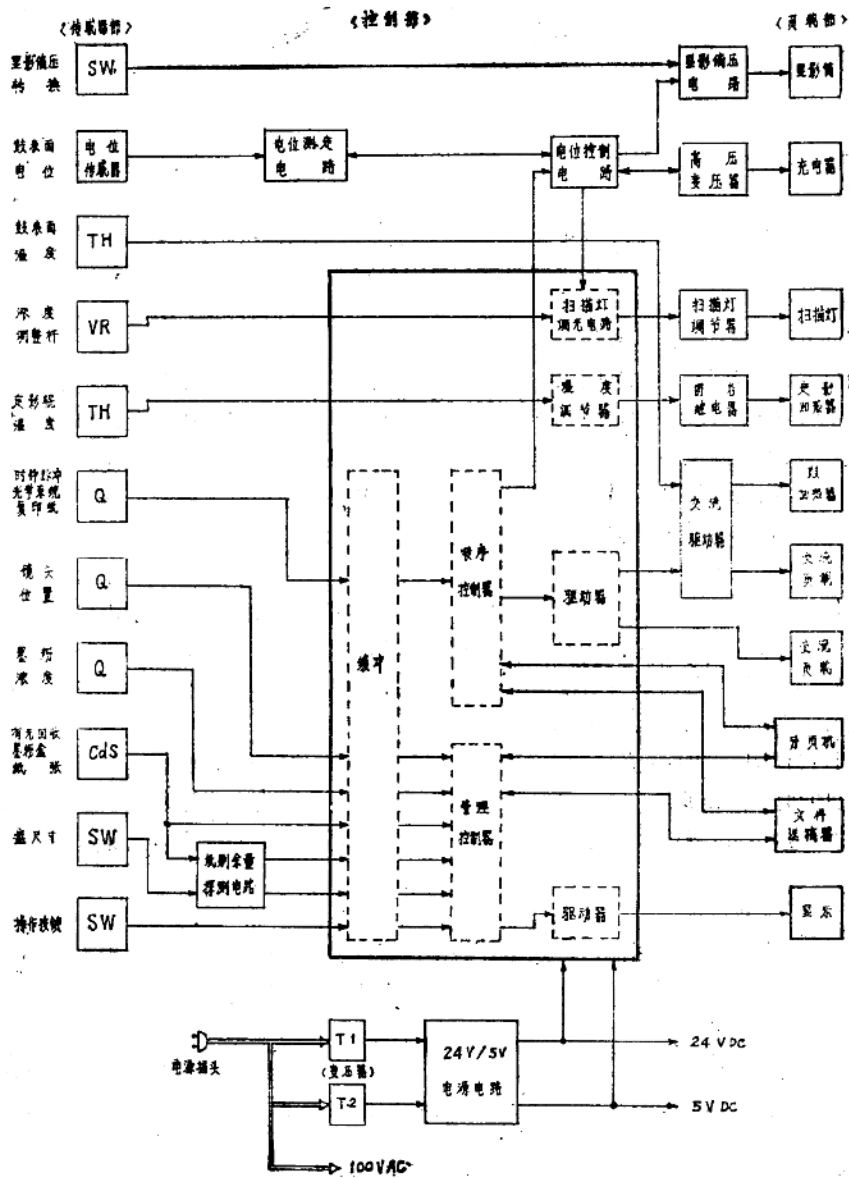


图112 控制系统的结构

只有采用交流显影偏压的静电复印机，才有这种传感器。

感光鼓表面电位测定：

检测感光鼓表面电位，采用的是表面电位传感器。这个传感器安装在感光鼓附近，离感光鼓表面只有几毫米。

表面电位传感器必须配合电位测定电路才能使用。

感光鼓由于逐渐衰老等原因，其表面电位经常会发生变化。为了保证复印质量不受影响，必须随时检测感光鼓表面电位，及时修正和补偿变化了的感光鼓表面电位。

随着感光鼓表面电位的变化，传感器将产生起伏变化的电压信号，传送给控制电路。控制电路根据接收到的传感器信号，自动调整充电电压、显影偏压、扫描灯亮度。使感光鼓表面电位保持稳定，从而获得最佳的复印效果。

感光鼓表面温度：

感光鼓，特别是硫化镉感光鼓，其表面温度的变化因素，对复印质量影响很大。因此，复印过程中必须随时检测感光鼓表面的温度，并使其始终保持在允许的范围内。

感光鼓表面温度检测传感器是一个热敏元件（热敏电阻）。热敏元件安装在感光鼓表面附近。它所检测到的温度信号被传送到控制电路，由控制电路根据感光鼓表面的温度情况，控制感光鼓加热器是否工作。

曝光光量调整：

曝光光量的大小，决定了复印品的色调深浅。曝光光量调整信号是由复印机操作人员，按照复印要求调整曝光光量调整装置而产生的。

曝光光量的调整方式有若干种（参见上册25页说明）。调整光圈和光缝属于机械控制方式，不是本章所讨论的范畴。

图112框图中的曝光光量调整装置是一个直滑式电位器（可变电阻），通常安装在静电复印机的操纵部位。调整电位器可以产生起伏变化的电压信号。控制电路根据不同电压的信号，用改变扫描灯电源电压的方法，来控制扫描灯的亮度，从而达到调整曝光光量的目的。

定影辊加热温度：

定影辊表面温度检测信号，是由紧贴在定影辊表面的热敏元件（热敏电阻）产生的。检测信号被传送到控制电路后，控制电路判断定影温度是否低于规定值，从而决定是否控制定影加热器工作。

静电复印机开机升温时，控制电路还要根据定影温度检测信号，判断机器是否已预热完毕。当定影温度达到规定值时，控制电路则控制操纵面板上显示“准备复印”的指示。

镜头位置和扫描灯位置：

NP系列静电复印机检测镜头位置和扫描灯位置的传感器，采用的是光电开关。有的静电复印机则采用微动开关、干簧管等。

变换复印比例时，镜头驱动电机带动镜头来回移动，以调整像距和物距。镜头移动时，接触行程中各个比例位置上的光电开关，光电开关便发出镜头位置检测信号。控制

电路收到检测信号后，根据复印机操作人员设定的复印比例，决定是否控制镜头继续向前或向后移动。当镜头移动到指定位置，接触指定位置上的传感器时，控制电路根据这个传感器发来的检测信号，控制镜头停止移动。

曝光扫描时，控制电路也要根据扫描灯位置检测信号来控制扫描灯移动、停止移动、向前移动、向后移动等。扫描灯位置检测信号是由扫描灯行程上的光电开关产生的。

通常，扫描灯行程上至少有三个光电开关。第一个在扫描灯起点位置上；第二个在行程中间部位；第三个在扫描灯返回的位置上。扫描灯到达上述三个位置时，会接触这些光电开关，使它们产生位置检测信号。控制电路控制扫描灯扫描移动之前，首先输入第一个光电开关的信号。如果扫描灯不在起始位置，控制电路便控制返回离合器动作，使扫描灯返回到起始位置。如果扫描灯已在起始位置上，则控制扫描灯向前移动。然后输入第二个光电开关的信号。当第二个位置检测信号收到后，控制纸同步辊将复印纸送出。最后接收到第三个位置检测信号，表示扫描灯已到达返回位置，控制电路便控制扫描灯返回。

操作按键：

静电复印机的操纵部位有许多操作按键。操作按键是一个非常重要的输入装置。复印机操作人员所希望复印的色调深浅浓度；连续复印的张数；复印的比例；以及纸盒、纸尺寸的选择等数据，都是通过操作按键传送给控制系统的。控制系统将这些复印数据，放在微型计算机的存储器中记忆起来，然后在复印过程中逐条逐项的完成。

其它传感器：

另外，控制系统中还有许多传感器，比如：

墨粉浓度传感器，用来检测显影槽内的色调剂含量，由控制电路控制供粉电机和色调剂撒布器动作。

卡纸探测器，用来检测卡纸位置，由控制电路控制停机和显示卡纸位置。

色调剂回收传感器，用来检测残余色调剂的回收量，由控制电路控制显示，通知操作人员清理残余色调剂。

故障检测传感器，用于自我诊断。当某部位有异常现象时，由控制电路控制自动停机，并显示故障代码。

②控制部分和负载部分。

图112框图的中间部分是控制系统的控制部分，也就是控制电路。右边部分是控制系统的输出部分，也就是负载部分。整个控制电路是由微型计算机和一些辅助控制电路组成的。这些辅助控制电路将在以后若干章节里详细介绍。

目前，绝大多数静电复印机的控制电路，均使用了两个微型计算机。打开静电复印机的护盖，我们可以看到：其中一个微型计算机安装在静电复印机内部的主电路板上；而另一个微型计算机安装在操纵部位的电路板上。为了减少电路的体积，两个微型计算机电路分别被集成在两个超大规模集成电路芯片中。所以，这两块集成电路芯片被叫做单片微型计算机。

在微型计算机技术中,这种两个以上的微型计算机在同一个控制系统中出现的结构,叫做分布式结构。操纵部位的微型计算机叫管理控制器,主要负责管理操作按键和各种显示;主电路板上的微型计算机叫顺序控制器,主要负责复印过程的控制。一般说来,顺序控制器的功能要比管理控制器强一些。

每个微型计算机芯片上,各自都有一个发送器和一个接收器。通常,两个微型计算机之间采用双向串行通讯的方式,来互相交换数据和信息。管理控制器可以把操作按键输入的数据和信息收集起来,集中处理后,通过发送器送往顺序控制器。同样,顺序控制器也可以把要显示的内容,通过自己的发送器送往管理控制器。

控制电路是以微型计算机为中心的。可以说微型计算机就是静电复印机的控制电路。这样,图112框图中,组成整个控制系统的各个部分可简化成图113的框图。

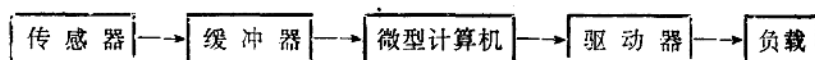


图113

从图中看出:传感器向微型计算机输入信息时,必须要通过缓冲器。缓冲器的作用是将输入信息暂存一下,以适应微型计算机的运行速度。另外,缓冲器还能有效地隔离外部噪音,防止它窜入微型计算机,干扰微型计算机的正常工作。在某种程度上,缓冲器起了“滤波”的作用。

微型计算机向负载输出控制信号时,中间也必须要经过驱动放大器。驱动放大器把微弱的控制信号进行放大,变成能够直接驱动负载的电流和电压。

控制系统的负载是多种多样的。在图112框图中,最右边的全部是负载。比如:显影器、电晕放电器、扫描灯、加热器。交流电机、直流电机等。这些负载工作时要消耗较大电流或较高电压的电。负载不能产生信号,也不能进行任何控制。负载的唯一作用是在消耗电能的同时,又产生了复印所必需的新的能——光能、热能和机械能。

2. 控制系统的控制过程

上一节主要叙述了静电复印机控制系统的结构构成情况。那么控制系统究竟是怎样控制静电复印机完成复印操作的呢?我们可以用图114的流程图来说明控制系统的控制过程。

※1. 接通复印机电源以后,控制系统首先复位。微型计算机逐个检查各个负载的工作状态,检查负载是否有故障现象。如果发现某负载有故障,则通过管理控制器显示相应的故障代码。然后反复循环检查、显示,直到故障排除为止。

※2. 复印可能状态,也叫复印允许状态。它包括:

显影槽内的色调剂含量在规定的量以上;

被选择的供纸通道上有纸盒,并且纸盒内有复印纸;

复印纸输送系统中没有卡纸。

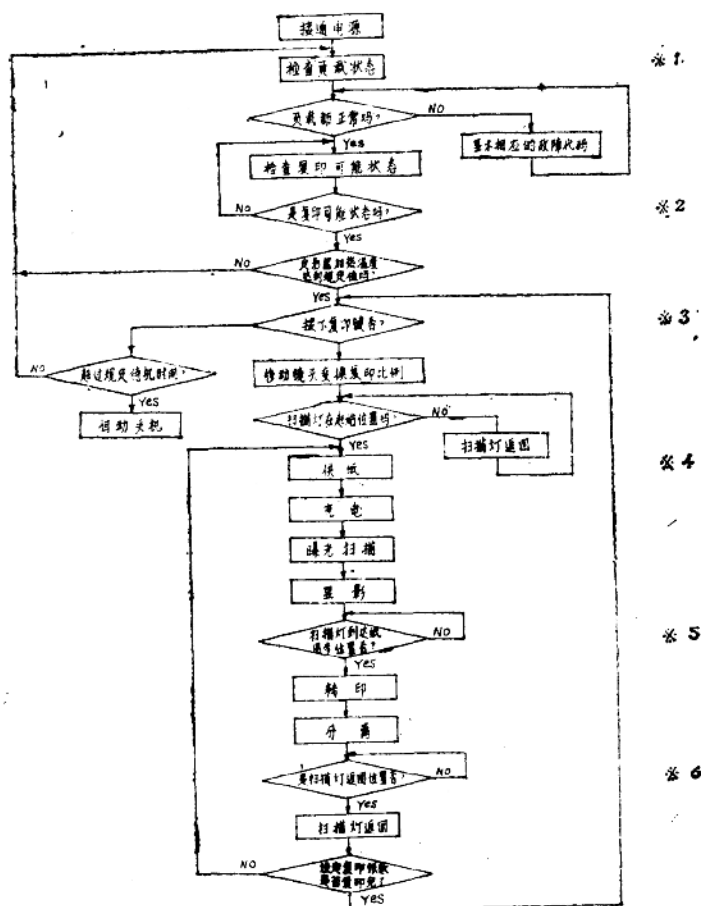


图114 复印控制过程

上述可能状态中,如果有一条不能满足,控制系统则显示“无色调剂”、“无纸”或“卡纸”等,并反复检查、显示,直到所有的复印可能状态全部满足为止。

※3. 定影加热器升温到规定温度时, 控制系统停止加热器加热, 同时显示“准备复印”。然后计时器开始计时。当计时到规定待机时间后 (NP400规定待机时间为两小时), 仍没有按下复印键, 控制系统则控制自动关机。

待机期间和复印过程中,由辅助控制电路随时检测定影器的加热温度。如果温度低于规定值时,控制电路便控制加热器重新开始加热,直到再次达到规定值为止。

※4. 控制系统在供纸以后, 每隔一段规定时间输入一个卡纸检测信号。一旦出现卡纸, 控制系统便控制自动停机, 并显示卡纸位置和卡纸指示。排除卡纸后, 复印重新开始进行。

※5. 扫描灯是否到达纸同步位置, 实际上是扫描灯开始扫描后, 是否已碰触到扫描灯行程上的纸同步位置传感器。这时控制系统不断循环检测纸位置同步传感器, 直到接收到纸位置同步信号后, 控制同步辊开始第二次转动, 将复印纸送出, 开始转印。

※6. 在扫描灯行程的末端, 通常至少有两个扫描灯返回传感器。究竟扫描灯支架碰触那个返回传感器才开始返回, 完全取决于复印前, 操作人员对复印比例和复印尺寸的选择。复印比例和复印尺寸较大时, 选中后面的返回传感器。反之, 选中前面的返回传感器。

控制系统在控制充电、曝光、显影、转印和分离以后, 不断循环检测被选中的扫描灯返回传感器。当控制系统接收到扫描灯返回信号时, 控制扫描灯熄灭; 返回离合器动作, 使扫描灯返回。

二、基本电路的概念

通常, 象图112那样的框图, 是人们用战略的眼光宏观地看待和分析一个系统的依据。但是对于一个静电复印机的维修人员来说, 单纯能够分析控制系统的框图, 还是远远不够的。在维修的实际工作过程中, 常常还需要研究控制系统内部的具体情况。复杂的静电复印机控制系统是由许多基本电路组成的。如果一个维修人员不能充分了解和掌握这些基本电路的原理和作用, 那么很难相信这个维修人员具有真正的维修能力。

本节将着重介绍几种控制系统中常用的基本电路。在以后各章节中可能还会出现其它类型的基本电路, 读者可参考有关专门书籍加以领会。

1. 数字电路

在日常生活中, 人们经常会碰到各种各样的量。总的说来, 这些量不外乎有两种, 就是数字量和模拟量。

以某一最小单位作不连续变化的量称为数字量。如: 人数、零件数等。能连续变化的量称为模拟量。如: 重量、温度、电流、电压等。

与数字量和模拟量相对应, 在静电复印机控制系统中常处理的电信号, 也可以分为两类: 一类是连续变化的模拟信号。例如, 用电压变化来“模拟”加热温度变化的温度检测信号, 或“模拟”色调剂浓度变化的色调剂浓度检测信号等; 另一类则是不连续变化的数字信号。用微动开关接通和断开来表示的卡纸检测信号, 以及振荡电路产生的时序脉冲等。两类信号在处理方法上也各不相同。处理模拟信号的电路叫模拟电路; 处理数字信号的电路叫数字电路。

数字信号不能连续变化, 它总是以电位的高、低, 或者开关的“开”、“关”来表示的两个状态。所以数字电路的晶体管也多是工作在要么导通, 要么截止的开关状态。

数字电路中每个单元电路的结构是很简单的。但是构成一个控制系统, 却需要很多的单元电路。这正适合于集成电路要求结构单一、数量多的特点。所以数字集成电路是集成电路中发展最快, 生产量最大的一种集成电路。

①数字信号的电平逻辑

数字信号具有两种状态。信号的两种状态既对立又统一。要么信号的电压相对高一些；要么信号的电压相对低一些。信号一种状态的电压高或低是相对于另一种状态而言的。当信号是高电压状态时，我们称信号是高电平，一般用数字“1”来表示。当信号是低电压状态时，我们称信号是低电平，一般用数字“0”来表示。

为了能更清楚地说明信号电平的逻辑，我们来分析图115的简单电路。这是控制系统中，卡纸探测器（微动开关）的输入电路。

在控制系统的控制过程中，只有当复印纸碰触卡纸探测器的微动开关时，开关动作。这时卡纸探测器才能产生卡纸探测信号。

如果开关动作时产生的信号是高电平，我们就说信号是高电平有效。（见图115.a）控制电路接收到低电平时，说明没有接收到信号，也可以说信号是低电平无效。

反之亦然，如果开关动作时产生的信号是低电平，那么信号就是低电平有效。（见图115.b）或者是高电平无效。

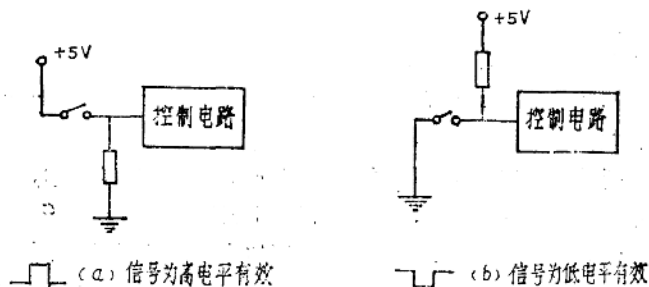


图 115

在静电复印机的电路图中，常常用英文缩写的方式来表示某个信号的名称。例如，卡纸探测信号记作PDP；操作按键信号记作KEY1、KEY2、KEY3……等。如果信号是高电平有效，信号名称可以直接用上述书写方式表示。如果信号是低电平有效，则在上述书写方式的基础上再加一条横线。如 $\overline{\text{PDP}}$ 、 $\overline{\text{KEY}_1}$ 、 $\overline{\text{KEY}_2}$ 等等。

一个信号究竟是高电平有效，还是低电平有效，取决于电路的结构。图115.a和115.b同样都可以产生卡纸探测信号。但是图115.a电路的微动开关动作时，信号的输入端与+5V电压端接通。因此，信号必然为高电平有效。而图115.b电路的微动开关动作时，信号输入端与地线接通。因此，信号必然为低电平有效。

②二进制数

提到数，很自然会想到0、1、2、3、4……9。这是人们最习惯的十进制数。十进制数的特点是有十个数字符号，并且“逢十进一”。但是除了十进制外，还有其它进制的数。例如表示时间的分、秒是60进制，小时是12进制等。在数字电路中，特别是

在电子计算机中。由于信号状态和电路工作状态只有两个，所以采用的数是另外一种日常生活中不常见的二进制数。

二进制数的特点是只有两个数字符号“0”和“1”，并且“逢二进一”。

表34.给出了二进制数与十进制数0~9十个数字的对应关系。

任何一个十进制数都可以写成“以基数10为底的幂的和”这样一种形式。例如，683.9可以写成：

$$(683.9)D = 6 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 9 \times 10^{-1}$$

同样道理，任何一个二进制数也都可以写成“以基数2为底的幂的和”这样一种形式。例如，

$$(1101.1)B = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} = (13.5)D$$

式中，数后面的D表示该数为十进制数；B则表示该数为二进制数。二进制数的1101.1和十进制数的13.5是相等的。

表34

十 进 制 数	二 进 制 数
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

虽然二进制数看起来很不方便，但使用起来却十分方便。

第一，二进制数中只有“0”和“1”两个数字符号。在电路中，电平的高低，晶体管的导通和截止都具有两种状态，正好可以用来表示二进制数的“0”和“1”。

第二，二进制数的运算简单。例如在十进制加法中，必须要记住 $1+1=2$ 、 $1+2=3$ 、 $1+3=4$ ……， $2+2=4$ 、 $2+3=5$ ……， $3+3=6$ 、 $3+4=7$ ……，等许多规则，才能进行运算。而在二进加法中，只要记住三条规则，即 $1+1=10$ 、 $1+0=1$ 、 $0+0=0$ ，就可以进行运算。

第三，二进制数还可以用于逻辑运算。逻辑运算是控制系统分析、判断、处理各种信息所必不可少的功能。

由于上述原因，二进制数已成为数字电路中，一种应用最广泛的计数制。

②晶体管开关

在数字电路中，通常是把晶体管作为开关来使用的。这里我们简单地复习一下晶体管的知识，着重说明晶体管当作开关使用的一些特性。

A、晶体管的输入特性

当晶体管接成图116.a那样的共发射极电路时，它的输入特性是指基极电流 I_b 和基极——发射极电压 U_{be} 之间的关系。图116.b则是这个关系的曲线，叫做输入特性曲线。

从硅晶体管的输入特性曲线上可以看出两个重要的特点。

第一，当 U_{be} 很小，低于0.7V时，输入电流很小， $I_b \approx 0$ ，晶体管是不导通的。

只有当 U_{be} 达到 0.7 V 左右时, 才能产生比较大的 I_b , 使晶体管导通。

第二, 晶体管导通后, 无论 I_b 如何变化, U_{be} 是保持在 0.7 V 左右。

B、晶体管的三种工作状态

当晶体管接成其发射极电路时, 它的输出特性是指当基极输入电流 I_b 一定时, 集电极电流 I_c 和集电极电压 U_{ce} 之间的关系。对应于不同的 I_b 值, 就有一条相应的输出特性曲线 (见图116.c)。

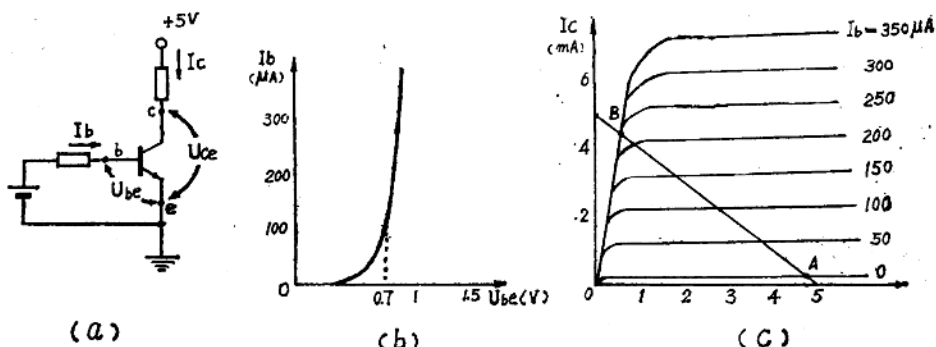


图116 晶体管的输入、输出特性

I_b 等于零, 即 U_{be} 小于 0.7 V 时, 负载线与 $I_b = 0$ 的特性曲线相交于 A 点。这时晶体管的集电极电流很小, 集电极和发射极之间差不多等于开路。我们说晶体管这时处于截止状态。晶体管截止时, $+5\text{ V}$ 的电源电压几乎全部落在晶体管的集电极和发射极之间。从图中可以看出, $U_{ce} \approx 4.7\text{ V}$, 而 R_L 上的电压降只有 $5 - 4.7 = 0.3\text{ V}$ 。

随着 I_b 的增加, 晶体管的工作点沿负载线向上移动。集电极电流按 $I_c = \beta I_b$ 的关系不断增加, R_L 上的电压降也随之增加, 而集电极和发射极之间的电压 U_{ce} 则不断下降。在工作点向上移动到达 B 点之前, 都具有 $I_c = \beta I_b$ 的线性放大关系。AB 之间的这段输出特性曲线区域称为线性区或放大区。一般用于线性放大的晶体管都是工作在这一区域。这时晶体管处于放大状态。

如果 I_b 继续增加, 晶体管就进入了饱和区域, 处于饱和状态。晶体管饱和时, I_c 最大, U_{ce} 最小, 集电极和发射极之间相当于开关接通时的情形。

C、晶体管的开关作用

在数字电路中, 晶体管大多是工作在截止状态和饱和状态。

在晶体管基极输入一个高电平信号, 如果高电平信号使 U_{be} 超过 0.7 V 时, I_b 增加使晶体管饱和, 那么集电极和发射极之间的压降 U_{ce} 就很小, 电源电压全部加在负载 R_L 上, 相当于开关接通时的情形。如果在晶体管基极输入一个低电平信号, 由于 U_{be} 很小, $I_b \approx 0$, 晶体管处于截止状态。这时 I_c 很小, R_L 中的电流几乎等于零, 相当于开关断开时的情形。

晶体管作为开关使用时, 工作点在 A、B 两点之间跳跃变化。它只有“开”和“关”

两种状态，不可能工作在放大区。

另外，从上述分析可以看出：当晶体管基极输入高电平信号时，晶体管处于饱和状态，集电极电位下降，输出为低电平；反之，输入低电平信号时，晶体管截止，输出为高电平。可见晶体管的输入电平和输出电平是相反的。由于晶体管具有这种反相的功能，因此，在数字电路中常利用晶体管反相电路（反相器）来转换信号的电平。

在晶体管电路中，晶体管的集电极电流总是大于基极电流的。从图116.c的特性曲线中可以看出： I_b 是微安级的，而 I_c 却是毫安级的，两者相差一个数量级。在实际电路中 I_c 有可能是安培级。可见从晶体管基极输入一个小电流信号，就可以从集电极输出很大的电流。静电复印机的控制系统，利用了具有这种放大作用的晶体管驱动放大电路（驱动器）。在驱动放大电路的输入端输入一个小电流的控制信号，就能够在驱动放大电路的输出端产生一个能够推动负载的大电流。

④数字集成电路

集成电路是将原来由十几个，甚至上千个元器件组成的电路，全部集中在一块只有几平方毫米的半导体芯片上。如果芯片中所集成的电路是数字电路，这块芯片就被称为数字集成电路。

一个集成电路中所包含的元器件数，称为集成电路的集成度。按照集成度可以把集成电路分为小规模、中规模，以及大规模和超大规模集成电路。

小规模集成电路是在 $1 \sim 3\text{mm}^2$ 的面积上集成了十到几十个元器件。例如，复印机控制电路中的反相器，缓冲器等。

中规模集成电路是在约 10mm^2 的面积上集成了上百个元器件。

集成度在上千个元器件以上的称为大规模或超大规模集成电路。大规模集成电路可以把一个系统或者子系统集成在一块半导体芯片上。例如静电复印机的单片微型计算机、微处理器等。

虽然集成电路芯片可以做的很小，但是由于引脚太多，不好处理，因而封装后的集成电路比芯片本身大几十倍。

集成电路与分立元件的电路相比，具有体积小、成本低、可靠性高等优点。因而被大量地应用在静电复印机的控制系统中。

控制系统的电路中使用最多的数字集成电路，主要有反相器和缓冲器。

反相器集成电路是在一块半导体芯片上，集成有若干个反相器的集成电路。它的电路符号如图117.a所示。

在电路中，如果符号中的小圆圈画在反相器的输入端（符号左边），表示输入了低电平信号，输出为高电平信号。反之，如果小圆圈画在反相器的输出端（符号右边），表示输入为高电平信号，输出为低电平信号。

一个符号只能代表集成电路中的一个反相器。符号中间的数字表示这个反相器所在集成电路的编号；输入端和输出端上的数字表示集成电路的引脚序号。例如，图117.a中的两个反相器，都在IC8这个集成电路中。IC8的第1、3、11、13引脚，分别是这两个反相器的输入端和输出端。

反相器集成电路和晶体管反相电路的原理完全一样。在静电复印机的控制电路中，反相器集成电路主要用来传递信号和变换信号电平。

在一块半导体芯片中，同样可以集成若干个缓冲器，这就是缓冲器集成电路。

缓冲器集成电路的电路符号如图117.b所示。符号中数字的表示方法同反相器符号一样。符号左边为电路的输入端，右边为电路的输出端。

缓冲器的输入端和输出端是同相的，即输入信号为高电平时，输出信号也同样是高电平。输入为低电平时，输出也为低电平。在控制电路中，缓冲器主要用来传递和稳定信号，同时还可以起到隔离和滤波的作用。

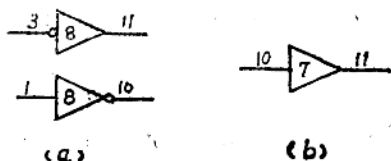


图117 反相器和缓冲器

2. 模拟电路

静电复印机控制系统中，所传递、交换的各种信息和数据，除了属于数字量以外，还有相当一部分属于模拟量。如，加热温度，色调剂浓度、感光鼓表面电位等。判断、分析、处理这些模拟量信息的工作，是由模拟电路来完成的。

模拟电路是相对于数字电路而言的。在数字电路中，晶体管多是工作在特性曲线的饱和区和截止区。而模拟电路中的晶体管则多工作在线性放大区。

为了减小体积，增强可靠性，复印机电路中普遍采用了模拟集成电路。由于模拟集成电路的工作状态和处理的信号均是线性的，因此，通常称模拟集成电路为线性集成电路。

下面我们介绍几种静电复印机中常使用的线性集成电路。

① 运算放大器

运算放大器的用途很多。在复印机控制电路中主要用来作为比较电路使用，因此也称它为比较电路，或者比较器。

图118是U-Bix3300MR型静电复印机的一部分实际电路。集成电路IC₂₉就是比较器。比较器周围的数字，代表了这些引线在集成电路上的排列位置。在IC₂₉这个集成电路中，一共集成了4个比较器。

比较器有两个输入端。一个输入端上标有“+”号，表示比较器的输出和这一端的输入是同相的。即输入信号增高或降低时，输出信号也同样增高或降低。所以这个输入端叫做比较器的同相输入端。另一个输入端上标有“-”号，比较器的输出和这一端的输入是反相的。如果从这一端输入信号，结果就好像反相器一样。因此称这一端为比较器的反相输入端。

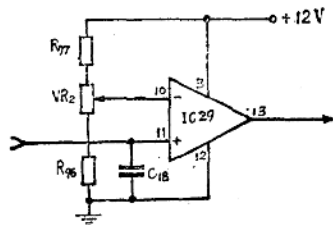


图118 比较放大电路

如果象图118那样，+12V电压通过R₉₇、VR₂在比较器的同相端加上电压V₊，

(PS_1) 的信号电压 V_- 加在比较器的反相端。那么,

当 $V_- \leq V_+$ 时, 比较器输出为正的高电平信号;

当 $V_- > V_+$ 时, 比较器输出为负的低电平信号。

显然, 比较器是将两个输入端的电压进行“比较”, 比较的结果反映在比较器的输出端。

静电复印机控制系统在处理信号的过程中, 常常需要把检测到的一个电压和电流的模拟信号, 转化成高电平或低电平的数字信号。例如, 图118电路中, $+12V$ 电源电压通过电位器 VR_2 和电阻 R_7 的分压, 加在比较器的反相输入端, 形成一个基本上不变化的基准电压 (这个基准电压叫做墨粉浓度基准电压)。

墨粉浓度传感器 (PC_1) 产生的墨粉浓度检测信号, 直接加在比较器的同相输入端。这个信号的电压随显影槽内色调剂浓度的变化而变化。

当显影槽内色调剂的浓度正常时, 墨粉浓度检测信号的电压低于墨粉浓度基准电压。这时, 比较器的输出为低电平。色调剂不断消耗减少后, 墨粉浓度检测信号的电压随之逐渐上升。当信号电压上升到超过墨粉浓度基准电压时, 比较器的输出变成了高电平。高电平信号是控制供粉电机和色调剂撒布器工作的有效信号。

②集成稳压电源

稳压集成电路是用来稳定直流电压的。集成电路的外壳一般带有散热片, 再加上它有三个引脚, 因而很象一个塑封的大功率晶体三极管。

稳压集成电路的电路符号如图119所示。

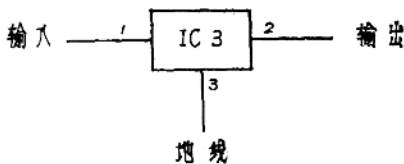


图119

假定稳压集成电路的输入端与地线之间的输入电压为 V_i , 输出端与地线之间的输出电压为 V_o , 输出端与输入端之间的压降为 V_t 。那么, 它们之间的关系为:

$$V_o = V_i - V_t \quad (\text{式 } 17)$$

稳压集成电路有这样一种功能: 当输入电压 V_i 发生变化时, V_t 也随之成反比变化; 当输出电压 V_o 发生变化时, V_t 也

能相应地成正比变化, 使输出电压 V_o 保持不变。

例如, 输入电压因某种意外原因下降, 为了使式17的关系能够成立, V_t 必然下降, 使 V_o 保持不变。同样, V_o 如果下降时, V_t 也下降, 为了使式17的关系能成立, V_o 必然回升, 使之仍保持不变。

稳压集成电路主要应用在静电复印机的电源电路中。它保证了控制系统各部分的电路能够有个可靠稳定的工作电源。

3. 驱动电路

在控制系统中, 驱动放大电路介于控制电路和负载之间。控制电路输出的控制信号, 往往由于电流和电压比较小, 无法直接推动负载工作, 这样就需要驱动放大电路来帮忙。驱动放大电路可以把很小的控制信号进行放大, 变成负载所需要的大电流、高电