

常用复印机 的故障分析与维修实例

Changyong Fuyinji
de Guzhang Fenxi yu Weixiu Shili

计金春 编著



广东科技出版社

常用复印机的故障分析与维修实例

计金春 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

广东科技出版社
广州

图书在版编目(CIP)数据

常用复印机的故障分析与维修实例/计金春编著. —广州:广东科技出版社, 2003. 5

ISBN 7-5359-3229-0

I. 常… II. 计… III. ①静电复印机-故障诊断②静电复印机-维修 IV. TS951.47

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 013881 号

出版发行:广东科技出版社

(广州市环市东路水荫路 11 号 邮码:510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http://www.gdstp.com.cn

经 销:广东新华发行集团

印 刷:广东省肇庆新华印刷有限公司

(广东省肇庆市星湖大道 邮码:526060)

规 格:787 mm×1092 mm 1/16 印张:15 字数:300 千

版 次:2003 年 5 月第 1 版

2003 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~5000 册

定 价:28.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读,请与承印厂联系调换。

内 容 简 介

本书是作者多年从事复印机维修人员培训的教学工作和维修工作的经验总结。书中以目前使用最广泛的佳能、理光、夏普、东芝和施乐等系列复印机为例,介绍静电复印机的工作原理、单元电路以及维修方法。重点是首先分析各种常见的故障,推测出故障的产生点,再介绍维修方法,并配以大量的维修实例。书末还附有复印机常用名词的英汉对照表、常用工具介绍、常用溶剂和油类以及定期维护保养等资料。

本书有很强的指导性和实用性,可供复印机的使用、维修人员阅读参考,是复印机用户必备的工具书,也可作为复印机维修培训的教材。

前 言

随着现代办公设备的普及,静电复印机得到了迅速发展,社会对静电复印机维修技术人员的需求量也在迅猛增加。虽然静电复印机应用技术不断提高,但受到使用环境、操作不当和机器老化等各种因素的影响,静电复印机的故障率还是比较高的,客户急需高素质的维修人员帮助解决问题。我们是在静电复印技术的教学和维修经验的基础上,参考了国内外静电复印机有关文献和资料,编写了此书。

本书对静电复印机的工作原理、电路分析和维修方法做了详尽的介绍;还详细地分析了静电复印机各种图像缺陷现象、卡纸现象和其他常见故障现象的产生原因,判断和检测故障的产生点,并介绍排除方法;阐明了如何根据故障的现象和通过故障检查,寻找到故障产生的原因和规律,从而提高对故障判断的速度。

本书在编写过程中,得到了刘五兴、王永、刘永发、程华清等同志的大力支持,在编排过程中得到孙四媛的热情帮助,同时,还得到了中为通信高等技术学校和广州轻工高级技工学校的领导和老师们热情支持,在此表示衷心的感谢!

欢迎广大读者对书中错漏之处予以指正!

编 者

2003 年 5 月

目 录

第一章 复印机的工作原理	1
第一节 复印技术概述	1
一、静电复印机应用技术	2
二、静电复印机的组成	3
第二节 静电复印机核心部件——光导体	7
一、光导体的性能	7
二、常用光导体材料	9
第三节 静电复印机常用复印方法与过程	11
一、卡尔逊法	12
二、电容像法(NP 法)	15
三、持久内极化法(KIP 法)	19
四、静电像转移法(TESI 法)	19
第四节 复印机常用电子元件	20
一、传感器	20
二、继电器	24
三、灯	24
四、计数器	25
第二章 静电复印机的结构与电路	26
第一节 静电复印机的结构	26
一、整机机能构成	26
二、技术规格	26
三、复印工作过程	28
第二节 曝光系统	33
一、镜头驱动机构	33
二、光学驱动机构	34
三、复印倍率控制	36
四、原稿尺寸检测控制	36
第三节 成像系统	37
一、原稿照明灯控制	38
二、一次充电/转印电晕放电电流及栅偏压控制	40
三、分离/转印前电晕放电电流控制	41
四、显影偏压控制	42
五、空白曝光灯控制	43

六、显影器/清洁器部分	43
七、带电线自动清扫控制	45
第四节 供纸和输纸系统	47
一、供纸和输纸系统概述	47
二、纸盒尺寸和有无的检测	47
三、纸盒供纸	50
四、手动供纸	52
五、双面复印	53
第五节 定影系统	53
一、定影系统的结构	53
二、定影系统的保护	54
三、定影辊偏压	55
第六节 电气部件的配置及作用	55
一、传感器	55
二、开关计数器、离合器、SSR 和继电器	57
三、灯、加热器、电机和排气扇	58
四、印刷电路板	60
第七节 整机电路	62
一、整机电路概述	62
二、直流控制器的输入电路	63
三、直流控制器的输出电路	68
四、电源电路	71
第三章 复印机的故障检修	73
第一节 复印机故障检修基础	73
一、维修人员的基本素质	73
二、维修应注意的事项	74
第二节 复印机故障维修方法	75
一、识别一些假故障	75
二、故障检修的方法	75
第三节 复印机自诊和自检功能	79
一、自诊功能	79
二、自检功能	83
第四章 复印机常见故障分析与维修实例	86
第一节 图像缺陷故障分析与维修实例	86
一、复印件全白	86
二、复印件全黑	92
三、复印件图像浅淡	96
四、复印件底灰	102

五、复印件图像模糊	105
六、复印件有污染	107
七、复印件墨粉易擦	108
八、复印件起始线偏位	109
九、复印件图像变形	110
十、复印件图像缺陷的其他现象	111
第二节 卡纸故障分析与维修实例	115
一、纸盒不送纸	116
二、纸盒多张送纸	118
三、对位辊卡纸	118
四、转印/分离卡纸	119
五、输纸带上卡纸	120
六、定影输出卡纸	121
第三节 复印机其他损坏现象故障分析与维修实例	123
一、无电源反应	123
二、电源刚接通即出现保护	124
三、一直处于预热状态不能转成绿灯	124
四、感光鼓不停地转动	124
五、工作噪音大	125
六、墨粉消耗量特别大,废粉特别多	126
第五章 常见复印机故障代码分析与故障排除	128
第一节 佳能系列故障代码分析与故障排除	128
一、佳能 NP-4050 复印机	128
二、佳能 NP-6050 复印机	154
三、佳能 NP-2020/2120 复印机	158
四、佳能 NP-3050/3030 复印机	163
第二节 理光系列故障代码分析与故障排除	176
一、理光 FT-4085 复印机	176
二、理光 FT-5590 复印机	188
第三节 其他复印机故障代码分析与故障排除	199
一、施乐 X-1025/1027 复印机	199
二、夏普 SF-2052 复印机	205
三、东芝 BD-5120 复印机	216
附录一 常用名词英汉对照	223
附录二 维修常用工具、溶剂、油类和定期维护保养	230

第一章 复印机的工作原理

第一节 复印技术概述

现代化办公设备——复印机,通常都是静电复印机。静电复印机是一种涉及机械、电子和光学等多种技术的精密设备,在产生图文原稿的复印件方面具有许多突出的优点,随着技术的成熟,制造成本的下降,在各行各业中得到了非常广泛的应用。其基本工作原理是采用光导体(俗称感光鼓)作为感光材料,结合两种物理现象——光电导和静电,利用类似于照相的方法在光导体上(相当于照相技术中的胶卷)得到原稿的潜像,再通过墨粉显影得到墨粉图像,然后将墨粉图像转移到普通纸上,并固定下来即可得到能够长期保存的复印件。

静电复印技术的历史很短。世界上第一张静电复印图像是1938年10月22日在纽约的阿斯托利亚(Astoria)由美国的卡尔逊完成的,如图1-1所示。当天的实验是这样进行的:卡尔逊先将纯硫(经过严格提纯几乎不含杂质的硫)熔化后涂在锌板上,制成硫膜作为光导材料,再在暗中用手帕在硫膜上面磨擦使硫带上静电,然后将一块上面写有“10-22-38. Astoria”的玻璃盖在硫膜上,用白炽灯照射3秒钟后,在硫膜上撒上石松子粉,此时硫膜上显现出同玻璃板上一样的字迹,最后卡尔逊将蜡纸盖在硫膜上,加热后使蜡融化,冷却后在蜡纸上得到了可以长期保存的图像。

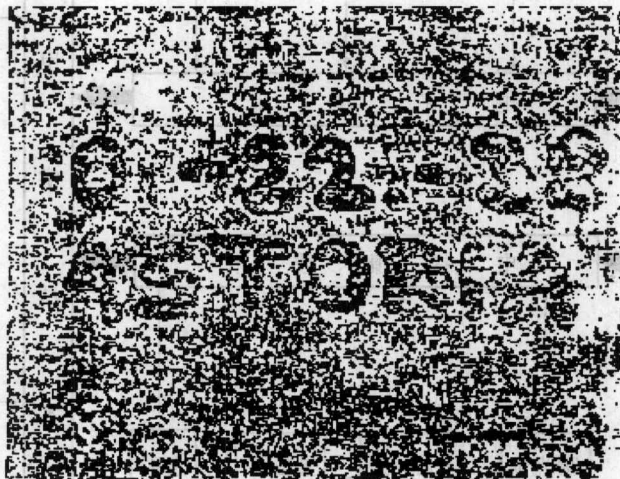


图 1-1 世界上第一张静电复印图像

卡尔逊在1938年的实验中得到的静电复印件图像质量很差,如图1-1所示,无法投入实用,因此卡尔逊在发明间接法静电复印时,四处奔走,先后找过包括IBM等多家公

司,以期得到他们的支持和合作来开发静电复印技术,但几乎无一例外地受到冷遇。1944年10月美国俄亥俄州的特尔研究院勉强同意对此方法作进一步的研究,并研究出用无定型硒作为光导材料。1947年卡尔逊应邀与哈雷公司(即后来的施乐公司)合作研制静电复印机。1949年,世界上第一台商用静电复印机研制成功,它就是施乐D型复印机。该复印机采用硒板作为光导材料,以手工操作为主,要求原稿是半透明的,复印一页需要5分钟,而且其光导体硒板每复印500次就需要更换,所以存在着明显的缺陷。1959年,施乐公司向市场投放 Xerox-914 型落地式全自动复印机,该机装配有镜头,采用移动扫描光学系统,是一个具有划时代意义的伟大成果。从此在全世界范围内掀起了一股探索新的静电复印方法和新的光导材料的热潮,极大地促进了静电复印技术的发展。

一、静电复印机应用技术

为了打破美国施乐公司对普通纸静电复印技术的垄断,许多厂家从20世纪60年代初开始探索新的复印方法和光导材料,到60年代末,静电复印技术已基本趋向完美。

进入70年代以后,全世界生产静电复印机的厂家越来越多,普通纸复印机得到了很大的发展。到了80年代,随着微电子技术和激光技术的发展,大量新型机器趋向多功能化和高速度化。进入90年代以后,数字复印机和彩色复印机的开发取得很大的进展,不过由于价格和社会治安等因素的制约,数字复印机和全彩色复印机的推广受到了限制,因此,目前市场上大量使用的仍然是传统的静电复印机。静电复印机所涉及的技术领域大体上包括机械、电子、光学等方面,它们相互之间的关系如图1-2所示。

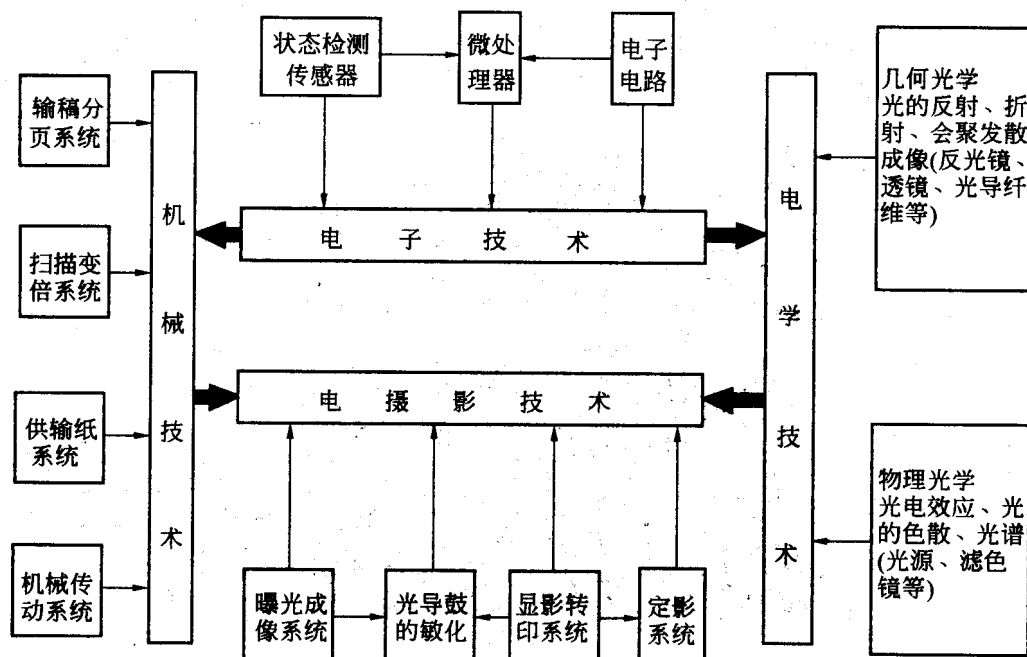


图 1-2 静电复印机技术之间的关系

机械技术在静电复印机的应用主要是用于动力的传递,如齿轮传动、链条传动、传动带传动、传动绳传动、轴承传动等。

电子技术在静电复印机的应用主要是对机器各部位的工作状态检测、驱动和控制。例如墨粉余量的检测和控制,成像镜头位置的检测 and 驱动,定影温度的检测和控制等。

静电摄影技术是静电复印的基础,主要包括充电技术、曝光技术、感光鼓材料、静电潜像的显影技术、墨粉像的转印技术、分离技术和墨粉像的定影技术。

光学技术在静电复印机的应用大体上分为几何光学和物理光学两个方面,几何光学方面涉及光的反射、会聚等,例如成像镜头的结构和选用、镜头焦距的确定、反光镜的反光性能及控制、曝光扫描移动的控制等。物理光学方面则涉及光电导效应、光谱特性等,例如根据光电导材料的感光性能来确定光源的发光光谱特性;根据光源的发光强度来确定镜头的相对孔径;不同原稿经过曝光对感受光鼓产生静电潜像的影响等。

二、静电复印机的组成

由于各种品牌型号的静电复印机的性能和特点等各有不同,其结构也存在着或多或少的差异,为了叙述问题的方便,并考虑到目前市场上所使用的静电复印机中绝大多数是采用卡尔逊法,选用 OPC 鼓作为光导材料的情况,本书将以这些占绝大多数的复印机作为重点,对静电复印机的原理、结构和功能等予以介绍,如图 1-3 所示是一台复印机基本

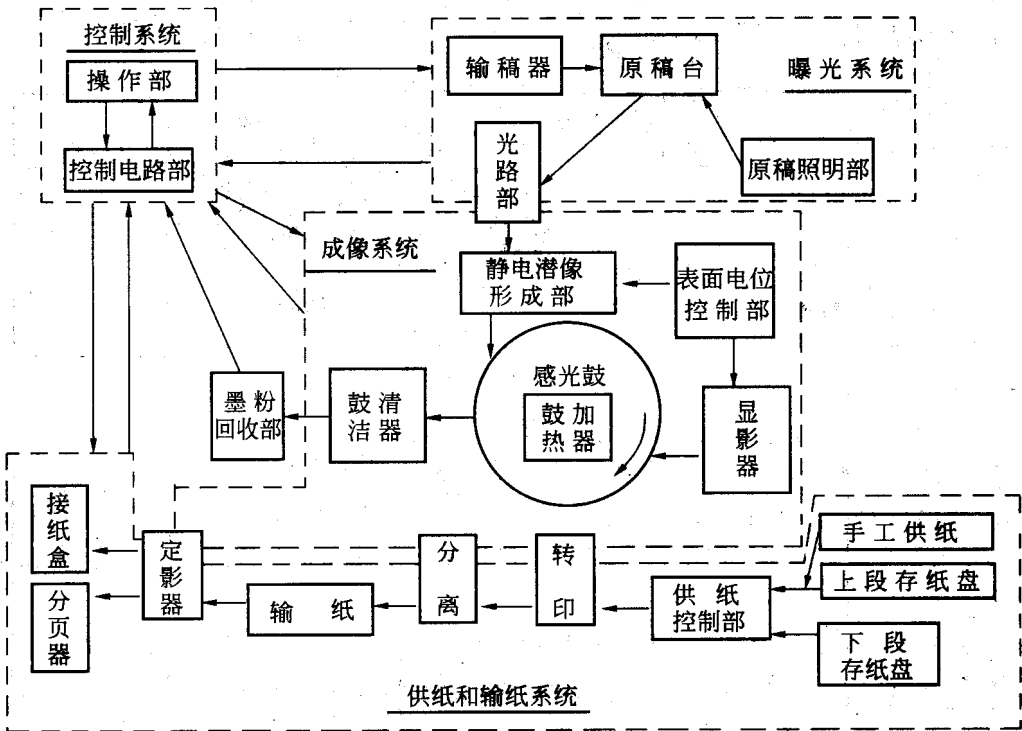


图 1-3 静电复印机系统组成

系统组成。

从功能上讲,静电复印机由曝光系统、成像系统、供纸和输纸系统和电气控制系统四大系统组成。其中曝光系统的主要功能是将原稿对均匀光源的反射光按照一定的要求(如放大、缩小等)投射到光导材料上,最后形成静电潜像;成像系统的主要功能是使光导材料对原稿感光并以墨粉来重现原稿图像;供纸和输纸系统的主要功能是保证复印纸按规定顺序去完成转移墨粉图像和固定墨粉图像等工序;电气控制系统的主要功能是对复印程序和操作指令的控制,实现协调静电复印机各部件的工作。

就大多数静电复印机而言,往往没有配备选购件如自动送稿器、自动分页器、大容量纸盒等。因此本书也是以复印机的主机为重点,只讲述复印机的主体机构。静电复印机的主体各个系统包含的部件有:

(1)曝光系统

大体上有原稿盖板、原稿玻璃、反光镜、镜头、曝光灯、聚光罩、第一扫描架、第二扫描架、扫描架运动机构和镜头运动机构等,如图 1-4 所示。

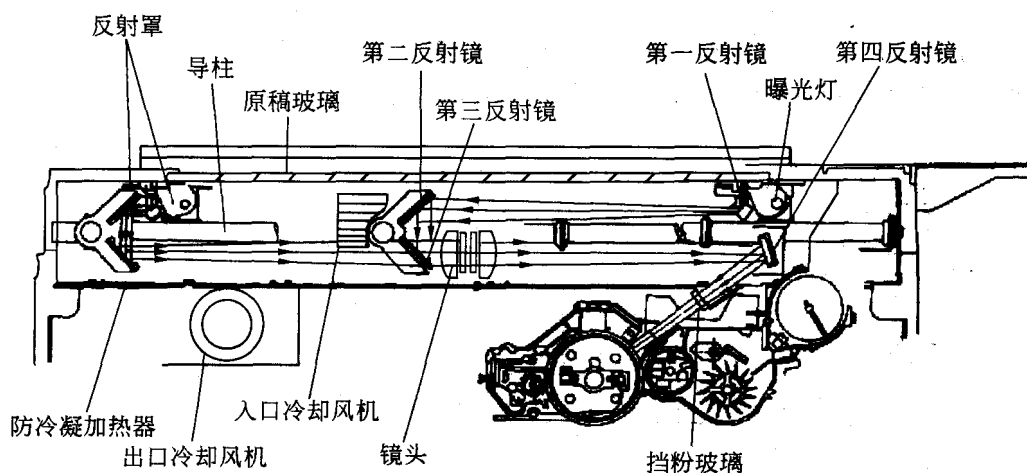


图 1-4 曝光系统组成

1)灯(光源)。常用曝光灯有卤钨灯和荧光灯两种。

2)反光镜和光学镜头。镜头的光通量要大、分辨率要高和失真度要小,镜头有定焦镜头和变焦镜头之分,应用在不同的缩放变倍机构上。反光镜有平面反射镜和球面反射镜两种,复印机中大多采用平面反光镜,不同类型的复印机中平面反光镜数量不等,但总数必须是偶数。

3)扫描机构。台式复印机均采用原稿台固定式曝光系统,复印机中的原稿台、镜头和像距反射镜固定不动,曝光灯和物距反射镜移动,这要求曝光系统的扫描速度与感光鼓的运转速度相协调。

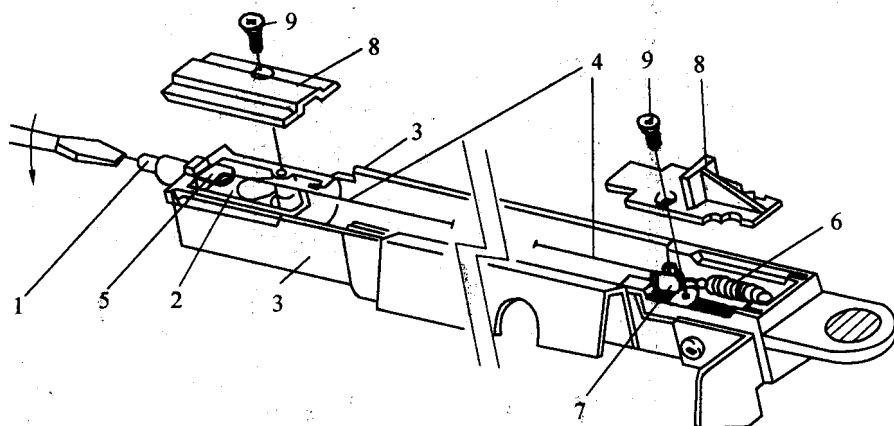
(2)成像系统

大体上有光导材料(多为 OPC 鼓)、刮板、消电灯、删边装置、充电装置、显影装置、清

洁装置、转印与分离装置等。

1) 感光鼓。感光体是在导电性底基上均匀涂布光导电材料薄膜制成, 目前常用圆筒形结构, 其中有硒鼓、硫化镉鼓和有机光导鼓。

2) 充电装置。常用充电电极装置结构示意图如图 1-5 所示, 主要由电晕丝、电晕丝绝缘架、屏蔽罩、插头和护盖等组成。



1—张紧螺钉 2—电晕丝架 3—屏蔽板 4—电晕丝 5—固定钩
6—弹簧 7—绝缘座 8—护盖 9—护盖螺丝

图 1-5 充电电极组成

3) 显影装置。显影装置由显影器和加粉器两部分组成。显影器在驱动电动机作用下, 使墨粉吸附到感光鼓表面, 完成显影过程; 加粉器是装墨粉的容器, 在其内装有搅拌器和加粉螺旋杆, 搅拌器转动时通过加粉螺旋杆的作用将墨粉送到显影中。

4) 清洁装置。常用的清洁方式有毛刷清洁、刮板清洁和磁刷清洁三种。清洁装置还装有废粉满传感器, 当集粉盒收集的残余墨粉装满后能自动报警。

(3) 供纸和输纸系统

主要由供纸装置、输纸装置和排纸装置组成。

1) 供纸装置。供纸装置有自动供纸和手动供纸两种方式。自动供纸装置结构示意图如图 1-6 所示, 由复印纸盒、搓纸机构、定位机构和机械传动装置等组成, 复印时自动地将复印纸送入复印机内。手动送纸时将一张复印纸送入手动供纸装置, 纸传感器被触发, 加纸指示灯熄灭, 主控制电路使手动送纸的电磁铁吸合, 降下手动输纸压辊, 把纸压在转动的送纸辊上, 将纸送入定位辊处, 使复印机进入复印状态。

2) 输纸装置。输纸装置主要有输送带、驱动轮和真空风扇组成, 输纸装置的功能是将转印后的复印纸输送到定影装置。

3) 排纸装置。其结构比较简单, 主要由上下两个排纸辊轮、消电毛刷、排纸传感器等组成, 通常与定影装置做在一起或属于定影装置的一部分, 因为从定影到排纸部分的纸路很短。

(4) 电气控制系统

电气控制系统组成方框图如图 1-7 所示, 主要有主控制电路、传感器、执行器和电源

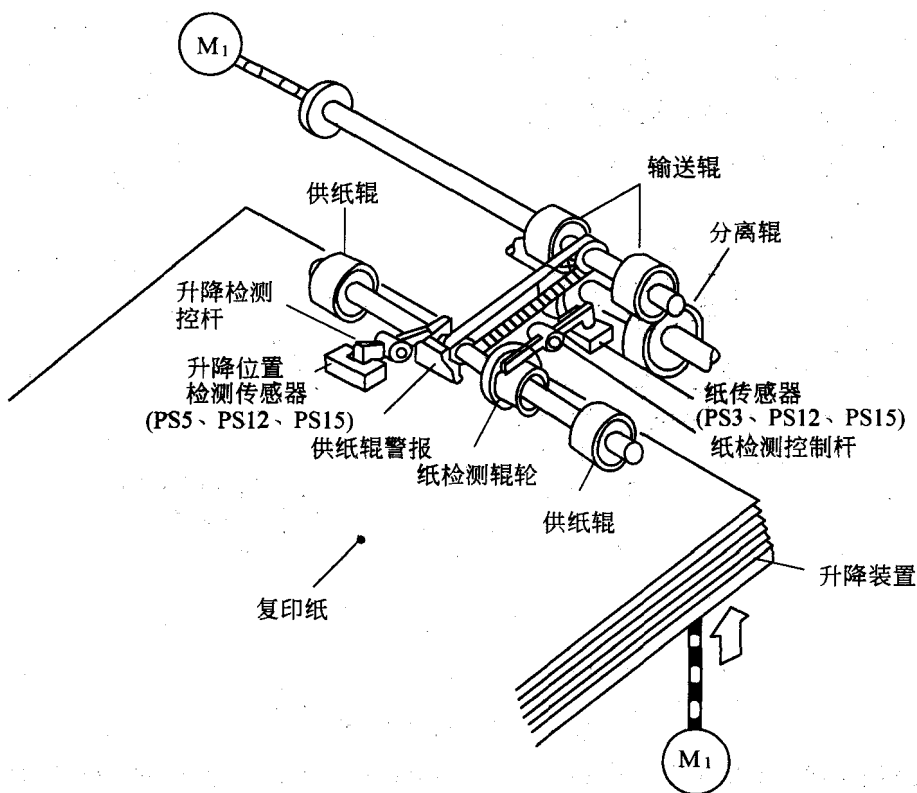


图 1-6 自动供纸系统

四部分组成。

1)控制电路。该电路由微处理器、操作面板和各种交流驱动电路组成。微处理器不但进行信息的处理传递,而且还要进行复印过程的控制;操作面板是人机对话指令输入处;交流驱动电路一般有定影灯驱动电路、扫描曝光灯驱动电路和电动机驱动电路等。定影灯驱动电路用来实现对加热辊的控制和调整,扫描曝光灯驱动电路用来实现曝光灯电压的控制和调整,电动机驱动电路用来实现对各种交流电动机的控制和调整。

2)传感器。传感器的主要功能是对复印过程中各种静态和动态的信息进行检测,并通过 I/O 接口或直接传递给 CPU,通过微处理器和各种单元控制实现复印过程的自动控制。静电复印机中常用的传感器按其功能分类主要有:温度传感器、纸盒尺寸检测传感器、位置传感器、墨粉传感器、图像浓度传感器和卡纸传感器等。

3)执行器(即负载)。执行器有交流执行器和直流执行器两种,交流执行器需要交流驱动电路来控制,如定影灯、曝光灯、交流电动机、消电刷和冷却风机等;直流执行器一般由 CPU 或 I/O 接口电路通过驱动器直接控制,如电磁铁、离合器、各种直流电动机和高压发生器等。

4)电源。电源有交流电源和直流电源两种,交流电源装置除了向直流电源装置提供电源外,还可直接通过交流驱动电路驱动交流负载;直流电源装置不但向微处理器、操作

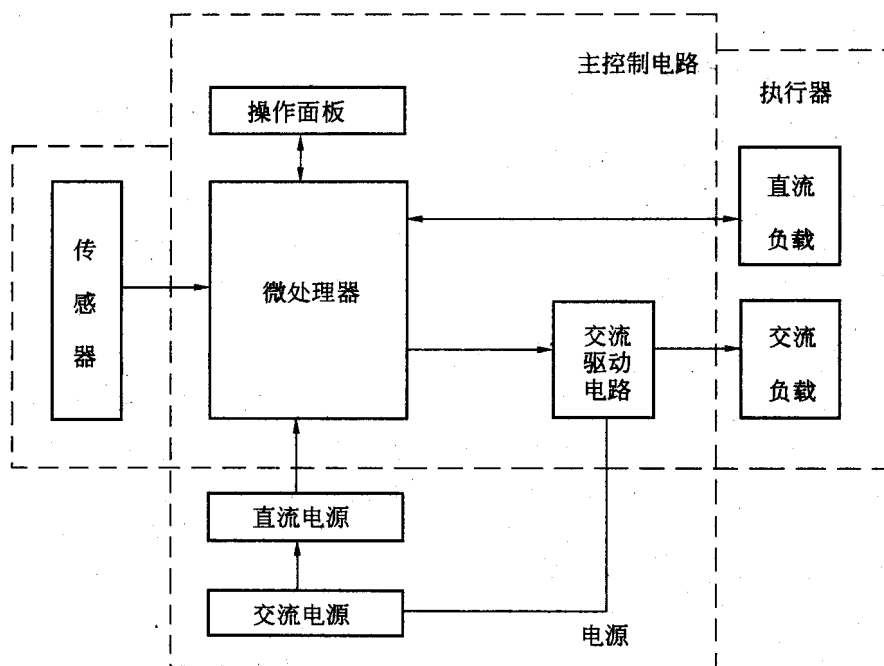


图 1-7 电气控制系统方框图

面板、传感器和单元控制电路提供所需的电源,而且还可以通过 CPU 和 I/O 接口电路来驱动其他的直流负载。

第二节 静电复印机核心部件——光导体

静电复印技术的基础是静电摄影技术,光导体是其感光材料部件。普通照相机所用感光材料是胶卷,当强弱不同的光线反射到胶卷上时,对应的部位将会不同程度地变黑,光线越强,对应的部位越黑,最后得到与反射光线强弱相对应的黑度分布的负像。而静电复印机所用感光材料是光导体,当强弱不同的光线反射到光导体(其表面已均匀充电)时,对应部位的带电量会相应变化,光线越强,对应部位的带电量将越少,消失的电荷越多;光线越弱,消失的电荷越少,对应部位的电荷得到保留,最后形成与反射光线强弱相对应的电量分布——静电潜像。

一、光导体的性能

自然界的物质按导电能力可分为导体、半导体和绝缘体三大类。其中半导体的导电能力比绝缘体强,比导体弱。通常导电能力可用电阻率来衡量,电阻率越大导电能力越弱。换句话说,半导体的电阻率比绝缘体小,比导体大。

光导体的重要物理性质之一是它的导电能力受到光照时会增强,这种现象叫光电导。有些半导体的光电导特性远远强于其它半导体,也就是说,在受到同样光照的情况下,这

些半导体的导电能力明显增强,远远强于其它半导体,这些半导体人们称之为光敏半导体。

光敏半导体受到光照后,电阻率会明显变小,导电能力则显著增强。这种现象的产生牵涉到其内部构成。自然界的物质都是由分子组成,分子则由原子组成,原子又是由原子核和电子组成。其中电子带负电,原子核带正电,两者带电量相等,对外不显带电性。在原子的结构中,电子在各自的轨道上围绕着原子核运动。这些轨道与原子核的距离不是任意的,而是分别集中在几个范围中,通常将这些范围称之为壳层,其中最外层的壳层称为价电子层,最多只能容纳 8 个电子,最多只有 8 条轨道,而常用的半导体最外层即价电子层一般是 4 个价电子。

从能量的角度来讲,价电子层的价电子拥有的能量最小,受原子核的束缚最小,只要从外界得到少许能量(热能、光能等)就可脱离轨道,脱离原子核的束缚,成为自由电子。一般来说,自由电子越多,导电能力越强。在半导体中,当价电子成为自由电子后,其轨道就空了,通常将这些空位称为空穴。相对于电子带负电,空穴是带正电的,可以这样理解:电子携带负电荷,空穴则携带正电荷。而电荷会在周围空间产生电场,在电场作用下,负电荷逆着电场方向运动,正电荷沿着电场方向运动。我们平常所说的电荷的特性之一即同性相斥、异性相吸正是电荷在电场作用下运动的结果。在物理学中,规定正电荷的移动方向为电流方向。同时,将携带电荷定向移动的粒子称为载流子,所以在半导体中有两种载流子:自由电子和空穴。对于光敏半导体来说,受到光照后会有许多价电子得到光能挣脱原子核的束缚而成为自由电子,相应地会产生相同数量的空穴。这样,载流子浓度(数量)大大增加,导电能力大大增强。不过,纯净的光敏半导体受光照产生的载流子虽多,但其数量还不能适应实际需要。

在实际应用中,光敏半导体需经过掺杂,才能制成静电复印机所需要的半导体,何谓掺杂?就是在纯净的半导体中加入微量的其它元素。通常,在纯净的半导体内加入微量的五价元素(即价电子层有 5 个价电子),可以使半导体中的载流子浓度增大很多倍。但多数载流子是自由电子,一般称之为 N 型半导体。同样,在纯净的半导体中加入微量的三价元素,也可大大改善导电能力,且多数载流子是空穴,一般称之为 P 型半导体。

如上所述,光敏半导体经过掺杂等处理后,可制成静电复印机所需半导体。这些半导体在静电复印机中的作用类似于胶卷在照相机中的作用,利用其光电导特性作为感光材料,这些半导体通常称之为光导体。因为多数情况下做成鼓的形状,所以又称为感光鼓。

简单来说,光导体是经过掺杂的光敏半导体,具有半导体的一般特性,但就静电复印技术的角度来说,要求光导体的主要特性大致包括暗特性、明特性、光敏特性、恢复特性、温度稳定性、耐疲劳性和耐磨性等。对这些特性的要求如下:

(1)暗特性

要求在黑暗环境中,光导体内部载流子数量很少,导电能力很弱,其电阻率很高,近似于绝缘体。但当光导体表面沉积一定数量的电荷后,由于其内部存在少量的载流子等原因,表面电荷的数量会逐渐减少,这种情况叫暗衰减。其速度不能太快,如果太快表面电荷的数量会迅速下降,达不到作为感光材料的要求。在这里,表面电荷的数量习惯上用表面电位来表达,当电荷的数量比较多时,所产生的电场也较强,可以用比较高的电位来表

示这种情况,电位的单位是伏特,用符号“V”来表示。也就是说,光导体在黑暗环境中,电阻率应很高,当表面沉积电荷后,其表面电位的下降应足够缓慢,以保证在显影过程中保持足够的电位。通常,光导体表面沉积电荷,表面电位能达到 600 V 左右就可满足要求。

(2)明特性

要求在明亮环境中,光导体内部载流子数量迅速增加,光线越强载流子浓度越大,电阻率越小,导电能力越强。这样,当光导体表面在黑暗环境中沉积有均匀的电荷时,进入明亮环境后,表面电位将下降,光线强弱不同,电位下降程度也相应不同,光线越强,光导体导电能力越强,表面电位下降程度也就越大。这种情况也称为光导体的明衰减。光导体的暗衰减和明衰减的静电特性如图 1-8 所示。

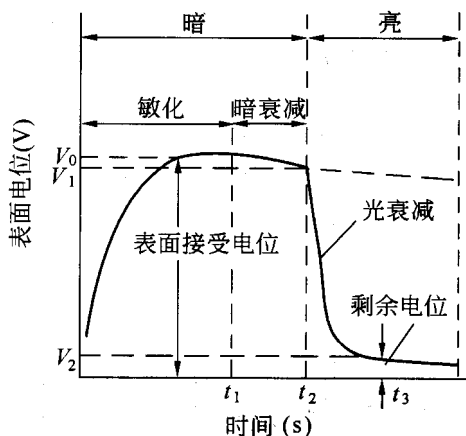


图 1-8 光导体的暗特性和明特性

(3)光敏特性

要求光导体受光照时电阻率的下降速度足够快,因为静电复印机的光导体是循环使用的,为保证一定的复印速度,光导体受光照的时间非常短暂,一般来说复印速度越快,受光照的时间就越短,光导体受光照时电阻率的下降速度就要求越快。

(4)恢复特性

要求光导体从明亮环境进入黑暗环境时,能迅速恢复其暗特性,以保证进入下一复印循环时光导体的电阻率非常高,在其表面沉积电荷时表面电位可以达到规定的要求。

(5)温度稳定性

要求在一定的温度范围内,通常是 $10\sim 30^{\circ}\text{C}$,光导体的暗特性、明特性等主要特性比较稳定。

(6)耐疲劳性

要求在规定的范围内,光导体的主要特性不会因为连续使用而受影响。

(7)耐磨性

要求光导体有一定硬度,能经得起复印过程中的机械磨损。

二、常用光导体材料

静电复印机常用的光导体材料大致有硒、有机材料、氧化锌、硫化镉和无定型硅等。就国内市场来说,早期的静电复印机多采用硒光导体,近期的静电复印机则多采用有机材料光导体。下面就常用光导体材料作个简单介绍。

1. 硒

硒是最早用于静电复印机上的光导体材料。世界上第一台普通纸静电复印机就是采用硒光导体,俗称硒鼓。硒光导体大致分为无定型硒光导体和硒合金光导体。

硒的元素符号是 Se,常用的无定形硒硬度较低,不溶于水和乙醇,感光灵敏度好,但