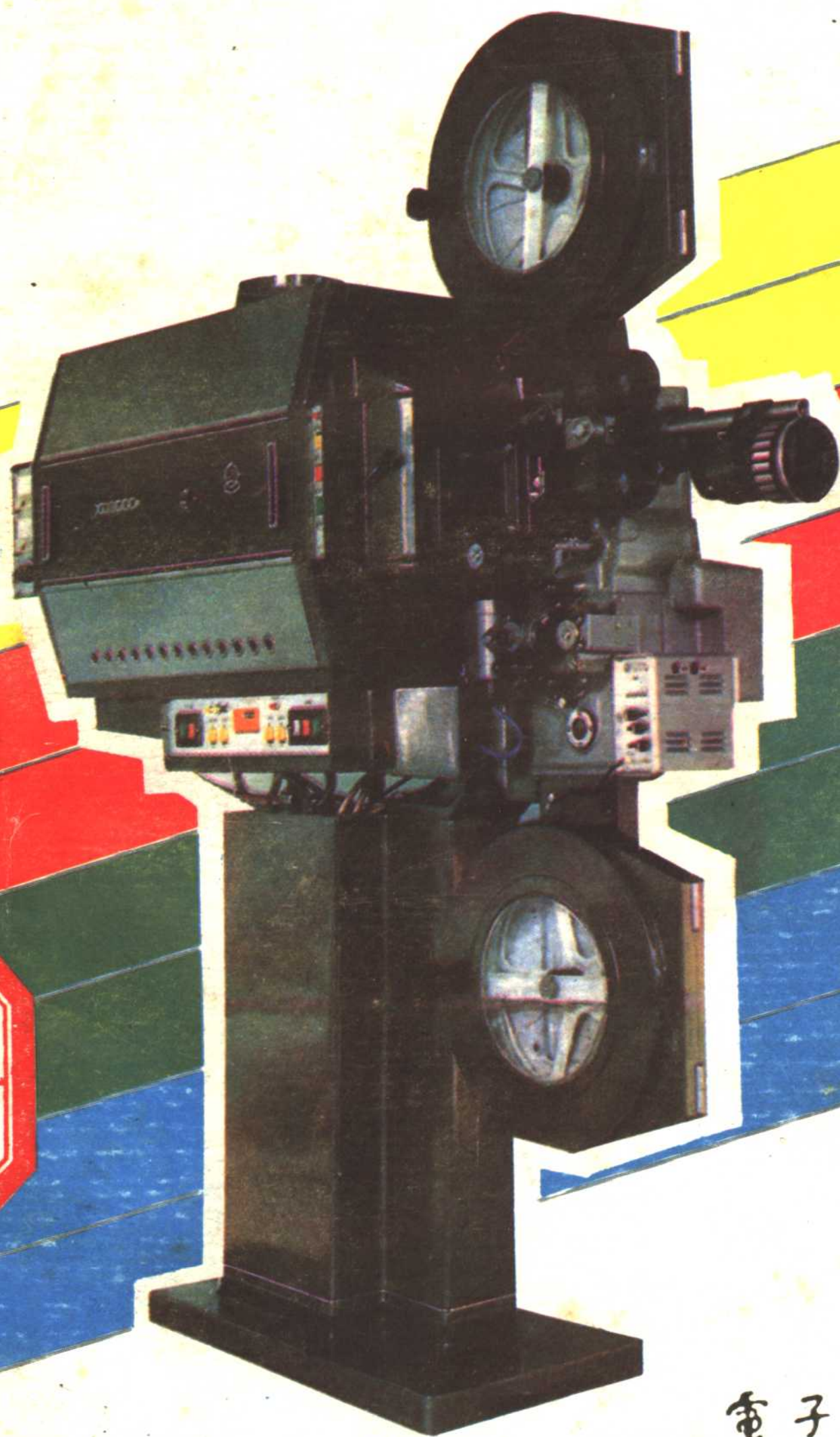


电影放映机的控制系统

——原理·电路·使用

●李军 编著



电子工业出版社

电影放映机的 控制系统

——原理·电路·使用

李 军 编著

电子工业出版社。

(京)新登字055号

内 容 提 要

本书立足于电影放映控制技术的现状,着眼于其发展趋势,依据现代控制理论,在系统地分析介绍了电影放映机控制系统中常用的低压电器、电子电路和基本数字逻辑电路后,进一步阐述了放映机上的主要受控单元——输片电动机、放映光源、切光器、还音信号源等控制线路的控制特点,并在此基础上,对国内广泛使用的各类移动、固定式放映机的手动、半自动、全自动控制系统的线路结构、控制原理、操作使用过程及其常见故障现象进行了详尽的论述。

本书适于电影技术工作者、放映人员、维修人员及其他爱好者阅读。

电影放映机的控制系统

——原理·电路·使用

李军 编著

责任编辑 吴源

*

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经售

山东电子工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 8.75 插页: 3 字数: 196千字

1992年10月第1版 1992年10月第1次印刷

印数: 5000册 定价: 6.00元

ISBN7-5053-1781-4/TN·490

序

宋腾甲

李军同志编著的《电影放映机的控制系统》一书，邀我作序，意在述今。正如书中所言“电影放映集声、光、电、磁、机械诸技术于一体，成为一门独具特色的综合技术，电影放映机的控制系统，则是上述诸技术有机地联系、合谐地统一的载体”。在整个电影放映过程中，放映机能否按照既定的工作程序，高质量地完成放映任务，在很大程度上取决于其控制系统能否准确无误地输出相应的控制指令。

随着科学技术的不断发展，电影放映机控制系统的控制性能日臻完善，其自动化程度日益提高，卢米埃尔兄弟在巴黎街头靠手摇放映的情形，早已成了永远的历史镜头。在今天，放映机控制系统技术水平的不断提高，已经成为我国电影技术逐步迈向现代化的重要标志之一。为了提高设计、使用和检修放映机控制系统的能力，更好地适应电影放映技术不断发展的需要，进而学习电影放映的基本控制理论，研究分析各类新型放映机的控制系统已成为广大放映工程技术人员的要求。在此情况下，《电影放映机的控制系统》一书的编著出版，无疑具有其积极意义。

本书立足于电影放映控制技术的现状，着眼于其发展趋势，依据现代控制理论，在系统地分析介绍了电影放映机控制系统中常用的低压电器、电子电路和基本数字逻辑电路

后，进一步阐述了放映机上的主要受控单元——输片电动机、放映光源、切光器、还音信号源等控制线路的控制特点，并在此基础上，对国内广泛使用的各类移动、固定式放映机的手动、半自动、全自动控制系统的线路结构、控制原理、操作使用过程及其常见故障现象进行了详尽的论述。

我认为，由山东省电影学校李军同志编著的《电影放映机的控制系统》一书，不仅对电影放映控制在理论上作了十分有益的探讨，同时，由于作者对多种不同类型放映机控制系统进行了详尽的分析、精辟的论述，也使其具有了很强的实用性。我对这本为同行所期待已久的书，得以编著出版与广大电影放映技术工作者见面，表示感谢和衷心的祝贺，并祝愿它切实成为广大电影放映技术人员的良师益友。

一九九一年十月 于济南

目 录

序

第一章 放映机控制系统中常用的低压电器	(1)
§ 1-1 常用开关	(1)
一、按钮开关	(1)
二、磁头微动开关	(4)
三、控制开关	(5)
§ 1-2 有触点继电器	(7)
一、电磁式(速动)继电器	(8)
二、干簧继电器	(17)
三、时间继电器	(18)
§ 1-3 交流接触器	(19)
一、电磁系统	(19)
二、触点系统	(21)
三、灭弧装置	(22)
四、动作机构	(23)
思考练习题	(24)
第二章 放映机控制系统中常见的电子电路	(25)
§ 2-1 RC电路的基本知识	(25)
一、RC 电路的充、放电特性	(25)
二、RC 微积分电路	(31)
§ 2-2 放映控制系统中常见的三极管电路	(33)
一、三极管继电电路	(33)
二、晶体管无触点开关	(38)
三、三极管触发电路	(40)

§ 2-3 单结晶体管电路	(47)
一、单结管振荡电路	(47)
二、单结管延时继电电路	(49)
§ 2-4 晶闸管无触点开关延时继电电路	(51)
思考练习题	(53)
第三章 逻辑电路基础	(54)
§ 3-1 逻辑门电路	(54)
一、基本的逻辑关系	(54)
二、关于高、低电平及状态赋值的有关概念	(56)
三、分立元件门电路	(57)
四、TTL门电路	(68)
§ 3-2 放映机控制系统中常见的几种逻辑电路	(77)
一、基本RS 触发器	(77)
二、计数器	(83)
三、译码器	(89)
四、数字显示电路	(93)
思考练习题	(98)
第四章 放映机基本受控单元的控制电路	(99)
§ 4-1 放映电动机的控制线路	(100)
一、概述	(100)
二、放映机上实用的单相异步电动机控制电路	(101)
三、三相异步电动机的正转控制	(102)
四、三相异步电动机的正、反转控制	(106)
五、三相异步电动机的双速控制	(112)
§ 4-2 放映新光源的控制电路	(117)
一、氙灯触发器及其控制方式	(117)
二、钨灯、锡灯电源及其控制电路	(127)
§ 4-3 激励灯电源及声光切换控制电路	(137)

一、激励灯电源及其控制	(138)
二、声光切换控制原理	(140)
思考练习题	(144)
第五章 移动式电影放映机的控制系统	(145)
§ 5-1 使用控制开关的放映机控制电路	(146)
一、F16-4A型放映机的控制电路	(146)
二、解放 103-A型放映机的控制电路	(148)
§ 5-2 解放103A-X2 型放映机的继电接触控制 系统	(151)
一、103A-X2放映机电源控制系统的线路结构	(153)
二、基本单元电路的工作原理	(154)
三、放映程序的控制过程	(160)
§ 5-3 具有数字逻辑电路的井冈山104-X2 型放映机 的电源控制系统	(163)
一、电源控制系统的整机线路结构	(163)
二、电源控制系统中单元线路的结构及工作原理	(163)
三、整机工作过程	(180)
四、常见故障分析	(181)
思考练习题	(182)
第六章 固定式电影放映机的控制系统	(186)
§ 6-1 松花江放映机的电路控制系统	(186)
一、5502型放映机的控制电路	(187)
二、5503型放映机的控制电路	(190)
三、5505型放映机的手动控制电路	(193)
§ 6-2 井冈山103-GX4型放映机的控制系统	(198)
一、基本单元控制电路的工作过程	(198)
二、整机操作过程	(203)
§ 6-3 东风FG35-B型放映机的控制系统	(204)
一、主要单元电路的控制原理	(206)

二、整机线路的操作过程	(210)
思考练习题	(211)
第七章 电影放映机的自动化控制系统	(213)
§ 7-1 电影放映自动化概述	(213)
一、自动控制的一般概念	(213)
二、电影放映自动化的过去、现在和未来	(215)
三、电影放映自动控制的一般程序	(218)
四、自动换机信号的拾取方式	(222)
五、放映机自动控制系统的基本结构和分类	(225)
§ 7-2 松花江5505D型放映机的自动控制系统	(228)
一、5505D 型放映机自控系统的基本线路结构	(228)
二、电器控制系统中基本单元电路的控制原理	(230)
三、FZH自动换机系统的基本构成电路及作用原理	(237)
四、5505D型放映机整机自动控制过程	(242)
五、控制系统常见故障现象及其产生原因	(244)
§ 7-3 东风FG35-Ⅱ型放映机的自动控制系统	(248)
一、主要控制电路的结构及控制原理	(249)
二、FG35-Ⅰ型放映机的自动换机控制过程	(258)
§ 7-4 SKH-2型数控电影交接机	(261)
一、SKH-2型数控电影交接机的线路结构	(261)
二、基本控制电路的工作原理	(265)
三、自动换机的基本程序和控制过程	(271)

第一章 放映机控制系统中 常用的低压电器

所谓低压电器，是指工作在交流 1000V，直流1200V 以下的各种电器。电器的种类繁多、功能多样、用途十分广泛。根据其动作性质的不同，低压电器可以分为手动电器和自动电器两大类。

手动电器是指需要人工手动直接进行操作才能完成各种指令任务的电器，例如刀开关、控制开关、按钮等。自动电器则是指那些不需要手动操作便能自行完成某种指令任务的电器，例如磁头微动开关、继电器、接触器等。

在电影放映机的控制系统中，常用的低压电器件有按钮开关、微动开关、控制开关、控制继电器以及接触器等。本章将对上述几种常用低压电器的结构及其作用原理进行分析介绍。

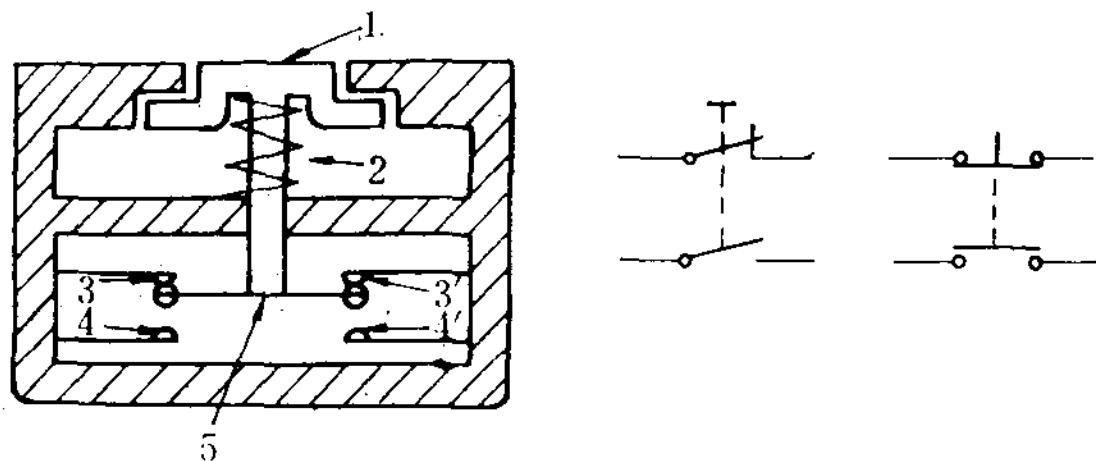
§ 1-1 常 用 开 关

一、按钮开关

按钮开关是在放映机的控制系统中广泛使用的一种开关元件。根据其内部结构和使用、控制方法的不同，按钮开关通常又分为手动按钮开关和微动按钮开关两种。

1. 手动按钮开关

手动按钮开关的结构原理如图1-1(a)所示,它的主要构成是动作机构和触点系统两大部分。从图中可见,动作机构主



(a) 手动按钮开关的结构原理 (b) 手动按钮开关的电路符号

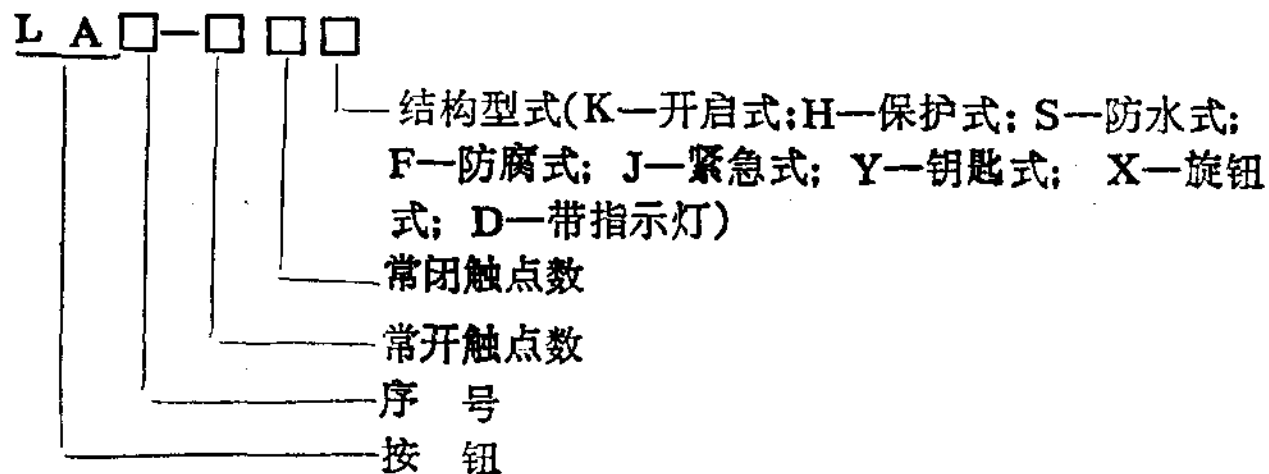
1—按钮帽; 2—复位弹簧; 3、3'—常闭静触点;
4、4'—常开静触点; 5—桥式动触点

图1-1 手动按钮开关

要包括按钮帽和复位弹簧,触点系统则包括常闭静触点、常开静触点和桥式动触点。图1-1(b)是这一按钮开关的电路符号。

在图1-1(a)中,当按下按钮帽1时,与之相连的桥式动触点5随之向下移动,从而脱离与静触点3、3'的接触,使电路被切断。随后,桥式动触点与下面的两个静触点4、4'接触,使另一电路被接通。松手后,在复位弹簧的作用下,桥式动触点5自动复位。一般情况下,在按钮被按下的过程中,常闭触点首先断开,然后常开触点接通。

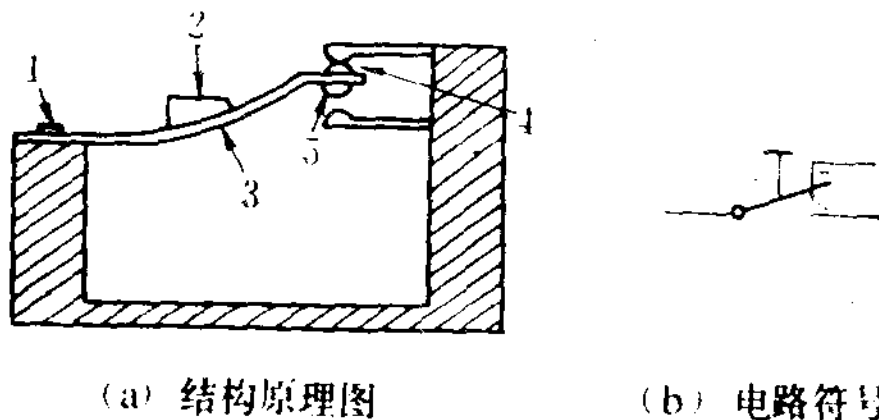
手动按钮通常用字母A表示。其型号意义如下:



2. 微动按钮开关

微动按钮开关的结构如图1-2(a)所示，同手动按钮开关一样，它也是由动作机构和触点系统两个基本部分构成的。图中，微动按钮开关的动作机构由支撑点1、微动按钮2和弹簧片3组成。触点系统包括一组常闭触点4和一组常开触点5。

微动按钮开关的控制原理与手动按钮开关也是相类似的。在图1-2(a)中，弹簧片3的一端固定在支撑点1上，当



(a) 结构原理图

(b) 电路符号

图1-2 微动按钮开关

—支撑点；2—微动按钮；3—弹簧片；4—常闭触点；5—常开触点

微动按钮2受到外来压力的作用时，弹簧片3的另一端向下弯曲，使微动开关的一组常闭触点4断开，从而切断这一组触点所控制的电路。随后，微动开关的一组常开触点5接通，受其控制的电路被接通。外加压力消失后，依靠弹簧片3的弹力，微动开关自动复位。

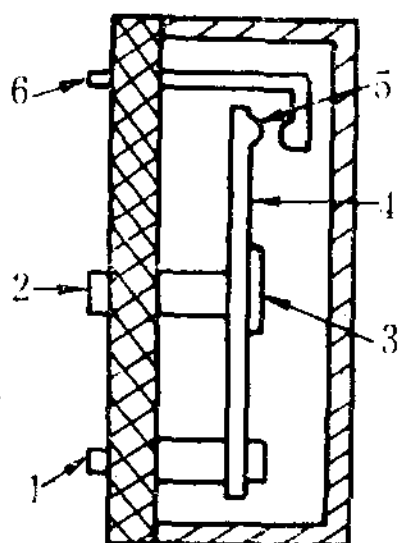
与手动控制按钮开关不同的是，微动按钮开关通常只应用在电流较小的控制电路上，并且一般情况下微动按钮开关的直接控制者不是人，而是某种机械性的接触。例如，在电影放映机的控制系统中，激励灯控制电路上常常串接着微动按钮开关。当进行双机交换时，声光线圈拉动放映机的光门时，光门同时触动微动开关使之接通激励灯电路，从而完成声与光的同步切换。另外，采用氙灯作为放映光源的放映机

灯箱门上，大都安装有微动按钮开关。在灯箱门打开时，由微动开关切断氙灯触发电路，只有在关好氙灯灯箱门的前提下，微动开关才被触动闭合，氙灯才有可能被触发点燃，这里，微动按钮开关起着安全保障作用。

二、磁头微动开关

1. 磁头微动开关的基本结构

磁头微动开关是在某些电影放映机的自动控制系统中，用来拾取换机指令的一种开关控制元件。其结构原理如图1-3所示。它的内部通常只有一组常开触点5，这组常开触点的一个静触点与接线柱6相连接，动触点则固定在弹簧片4上。弹簧片的另一端与接线柱1相连接，中间固定着一强磁永磁铁片3。另外，磁头微动开关上还装有灵敏度调节螺钉2。



1、6—接线柱；2—调整螺丝；
3—永磁铁片；4—弹簧片
5—常开触点。

图1-3 磁头微动开关
结构原理图

磁永磁铁片3。另外，磁头微动开关上还装有灵敏度调节螺钉2。

2. 磁头微动开关的动作原理

我们知道，磁头微动开关是电影放映机自动换机指令信号的拾取器，它被装置在放影机的音鼓与收片齿轮之间，其工作面距离影片约2~3mm。

当影片尾部所贴的换机信号硅钢片进入微动开关永磁铁片的有效磁场时，微动开关的永磁铁片对影片上的硅钢片产生吸引力，在反作用力的作用下，永磁铁片将向影片方向移动，从而带动弹簧片，使微动开关的常开触点闭合，接通放映机自动换机控制电路。当影片上所贴的硅钢片离去后，弹簧片在其弹性作用下自动复位，微动开关的触点恢复常开状态。

三、控制开关

控制开关又称万能转换开关，是一种具有多个操作位置，能够转接控制若干个电路的手动电器。目前，在一些国产中小型放映机上，比如FL-4A型、解放103-A型放映机等，整个放映程序的控制都是通过操作一只同轴多层的控制开关来完成的。下面就以解放103-A放映机的控制开关为例来分析研究放映用控制开关的基本结构。

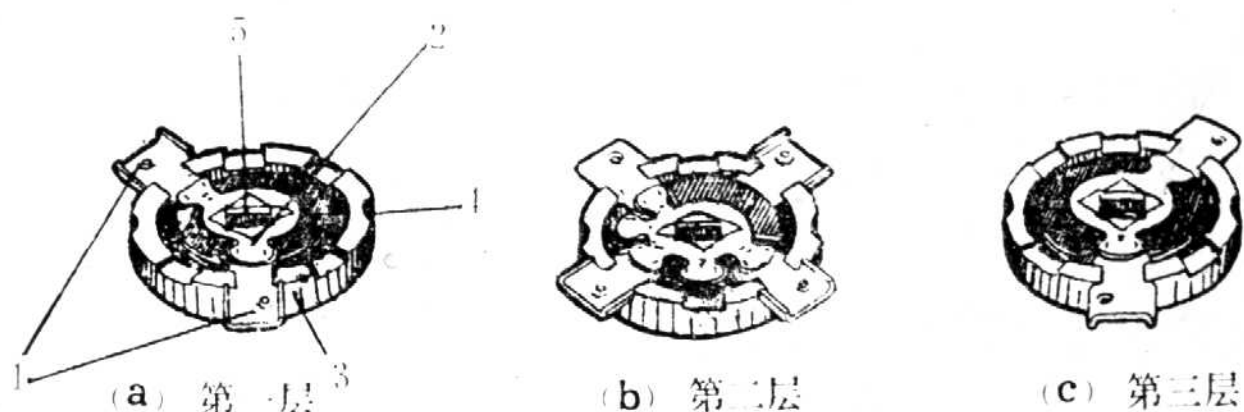
控制开关的基本结构可分为开关部分和分档定位部分。开关部分用来控制受控电路的通断，分档定位部分则用来控制开关的旋转角度，确定档位。控制开关的档位数一般是根据受控电路的工作程序设计确定的。

1. 开关部分

控制开关的开关部分主要是由装在同一转轴上的一组动触片和若干静触片构成的，通过旋转转轴带动动触片与静触片接触或分开来完成多个电路通、断的控制。开关部分的层数或开关个数，一般是根据受控单元的个数或受控电路的支路数来确定的，也有根据受控负载和所需电压的不同来确定的。通常，一个受控单元或使用同一种电压的负载都使用同一层开关。解放103-A型放映机控制开关的开关部分共有三层，其具体结构见图1-4。第一层用来控制工作灯和激励灯，它有2个静触片和1个动触片，静触片被固定在绝缘板上，2个静触片在空间的分布角度为 135° 。动触片两端部所包容的角度也是 135° ，其中间开有方形转轴孔，如图1-4(a)所示。第二层用来控制电动机，共有4个静触片，分布角距为 90° ，动触片的包容角是 180° ，从图1-4(b)中可以看出，动触片有5个端部，其中，两端和中间的1个在工作时与静

触片接触，另外2个在开关的旋转过程中起辅助作用。第三层是放映灯控制开关，它的结构形式与第一层相同，只是静触片和动触片放置的空间位置与第一层恰好相反。

从图1-4中可以看到，三层开关的绝缘板的侧面都开有



1—静触片；2—动触片；3—绝缘板；4—定位槽；5—方形转轴孔

图1-4 开关部分各层的结构

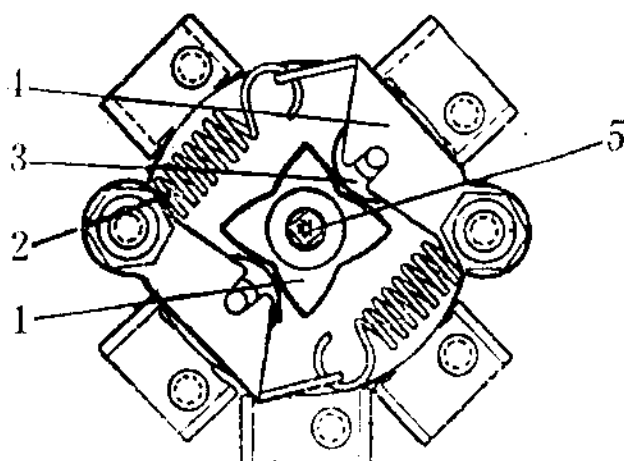
2个弧形定位槽，以便卡在固定螺柱上定位。将三层开关组合为一体时，各层的动触片由方形转轴贯穿成一体，随轴联动。控制开关的转轴每旋转 90° 角为一个档位，每当转过一个档位时，各层开关的动触片也同时旋转 90° 角，与相应的静触片或接触或脱离，按照放映程序的要求控制各自电路的通断。

2. 分档定位部分

在解放103-A型放映机上，整个放映工作分成四个程序进行控制，这四个程序分别是：开电动机、开放映光源和激励灯、关放映光源和激励灯、关电动机。为此，其控制开关也应具有相应的四个档位。在放映机上，一般是要求控制开关旋转一周(360°)既完成整个放映程序的控制。这样，对于四档开关来说，每个档位间的空间范围便是 90° ，为了保证分档正确及位置固定，控制开关上设置了分档定位机构。解放103-A型放映机控制开关的分档定位部分的结构如图

1-5 所示，它主要由分档定位片 1；速动定位弹簧 2；定位滑轮 3 和滑轮支架 4 等组成。

当旋转控制开关的转轴而变换档位时，固定在转轴上的分档定位片随之移动，其尖凸的部位推顶着定位滑轮向后移动，速动定位弹簧即被滑轮支架拉开，当转过 45° 角后，分档定位片的尖顶越过定位滑轮，在速动定位弹簧的弹力作用下，定位滑轮迅速将分档定位片推过 45° ，并卡在其缺口处起定位作用。



1—分档定位片；2—速动定位弹簧；
3—定位滑轮；4—滑轮支架；5—方轴

图1-5 分档定位部分的结构

§ 1-2 有触点继电器

当输入一物理量或输入某物理量达到一定值时，能够自动动作而输出一电量的控制器件称为继电器。目前在放映机的控制系统中，继电器得到了十分广泛的应用。

继电器的种类很多，根据不同的分类方式，可以有多种不同类型的继电器。下面是不同分类方式下常见的几种继电器：

按适用电源分：交流继电器，直流继电器；

按继电控制的性质分：有触点继电器(机械式继电器)，无触点继电器(电子式继电器、晶体管继电器)；

按作用原理分：电磁式继电器，电动式继电器，感应式继电器；

按动作速度分：速动继电器，时间继电器。

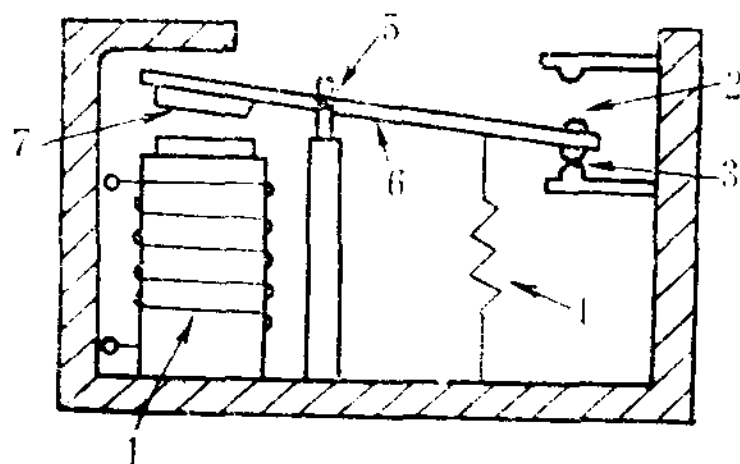
本节将要研究的是放映机控制系统中常用的有触点继电器

器，其中主要包括电磁式继电器、时间继电器和干簧(管)继电器。

一、电磁式(速动)继电器

1. 电磁继电器的结构原理

电磁继电器是根据电磁感应原理制成的一种继电器控制器件，其主要构成部分有电磁系统、触点系统和驱动机构。图



1—铁芯线圈；2—常开触点；3—常闭触点；
4—复位弹簧；5—支点；6—驱动连杆；
7—衔铁

图1-6 电磁继电器结构原理图

1-6是电磁继电器的结构原理图。

(1) 电磁系统

电磁系统由铁芯线圈1和衔铁7组成，它既是继电器的输入电路部分，又是继电器动作的原动力。当给继电器的铁芯线圈输入电信号（电压或电流）时，它将

产生一磁场。这一磁场便对与驱动连杆相连的衔铁产生吸引力。当继电器输入的电信号达到一定强度时，铁芯线圈对衔铁的吸引力足以克服复位弹簧的反向拉力使其向下移动，从而造成驱动机构动作以控制触点系统中各触点的通断。

根据电磁系统适用电源的不同，继电器有交流继电器和直流继电器之分。目前，放映机的控制系统中使用的多为直流继电器。在直流继电器中，还可根据继电器线圈匝数的多少及导线的粗细分成直流电压继电器和直流电流继电器。

直流电压继电器的电磁系统采用的是电压线圈，工作时将其并接在电路上，输入的电信号是直流电压。这种继电