



JICHUANG
DIANQI XIANLU

机床电气线路

原理 • 调整 • 维修

安徽科学技术出版社

责任编辑：杨家骝

封面设计：方天德

机床电气线路、原理·调整、维修

许成厚 著

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号)

新华书店经销 安徽新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/16 印张：27.75 字数：705,000

1988年1月第1版 1988年1月第1次印刷

印数：80,001—6,000

ISBN 7-5337-0072-4/T·9 定价：7.50元

前 言

随着科学技术的发展,机床电气化的程度也在不断提高。由闸刀开关、接触器-继电器,发展到电机放大机系统、可控硅调速系统以至数控机床,就是机床电气化进展的标志。这对提高生产率和加工质量,减轻工人的劳动强度,固然大有好处,但也给维修电气线路带来了很大的困难。编写本书的目的,就是为了向从事维修机床电气线路工作的同志提供一本较为系统的实用的参考书,帮助这些同志提高业务水平。

本书对普通机床的电气线路、电机放大机调速系统、可控硅调压系统以及数控机床均作了介绍;分析了部分典型机床电气线路的工作原理;说明了如何调试某些较复杂的机床电气线路;搜集了部分典型机床的常见故障及其检修方面的资料。由于机床类型甚多,所述难免挂一漏万。希望读者在阅读本书时,注意吸收分析电气线路的方法,举一反三,那么,在遇到本书未列入的机床电气线路中的问题时,想必不会束手无策了。本书的内容安排,考虑到解答机械工业部颁布的《工人技术等级标准》(维修电工)中“应知”、“应会”的需要。这些问题是一些典型的实际问题,对参加工作不久的大专院校毕业生来说,往往也是陌生的。本书希望也能对这些同志提供帮助。

西安交通大学黄俊教授、马鞍山钢铁学院朱祖慈副教授、济南第二机床厂张一恩副总工程师和李安修老师傅审阅了初稿。芜湖重型机床厂唐绍航同志、武汉重型机床厂秦和钧同志北京第一机床厂杜先平、何家宝、周诚龙同志,分别校阅了本书各章的初稿,并提出了不少宝贵的意见;秦崎、潘恬两位同志为本书精心绘制了大部分插图,章熙贵同志誊抄了大部分文稿。藉本书出版之际,谨向他们表示谢忱。

编者受水平所限,本书肯定有不少缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 机床电器简介	1
§1-1 机床电器的分类	1
§1-2 机床电器选用的原则与维修的基本要求	2
§1-3 接触器的选用与维修	3
§1-4 继电器的选用与维修	6
§1-5 自动开关的选用与维修	12
§1-6 熔断器	14
§1-7 行程开关	16
§1-8 电磁器件	19
第二章 机床电气线路的基本知识	24
§2-1 电工系统图中的图形符号和标号	24
§2-2 阅读机床电路图的基本方法	35
§2-3 电动机起动控制线路	36
§2-4 电动机制动控制线路	47
§2-5 电动机的转速调节	51
§2-6 步进控制线路	54
§2-7 程序预选线路	57
§2-8 计数控制线路	59
§2-9 夹紧装置自动控制线路	60
§2-10 机床电气线路中的保护	62
第三章 普通车床电气线路	66
§3-1 概述	66
§3-2 C620型车床电气线路	67
§3-3 CM6132型车床电气线路	70
第四章 铣床电气线路	74
§4-1 概述	74
§4-2 X62W型万能铣床电气线路的工作原理	75
§4-3 X62W型万能铣床电气线路常见故障的分析与检修	80
第五章 钻床电气线路	83
§5-1 Z3040型摇臂钻床电气线路的工作原理	83
§5-2 Z3040型摇臂钻床电气线路常见故障的分析与检修	86
第六章 镗床电气线路	91
§6-1 T68型卧式镗床电气线路	91

§6-2 T610型卧式镗床电气线路	96
第七章 磨床电气线路	118
§7-1 MB1332A型半自动外圆磨床电气线路	118
§7-2 M7475B型立轴圆台平面磨床电气线路	123
第八章 立式车床电气线路	140
§8-1 概述	140
§8-2 C534J ₁ 型立式车床电气线路的工作原 理	140
§8-3 C534J ₁ 型立式车床电气线路常见故障的分析与检修	149
第九章 龙门刨床电气线路	159
§9-1 B2012A型龙门刨床电气线路概况	159
§9-2 电机放大机	163
§9-3 各种反馈的作用与调整方法	169
§9-4 B2012A型龙门刨床控制线路	182
§9-5 B2012A型龙门刨床电气设备的安装与检查	191
§9-6 B2012A型龙门刨床主拖动系统的调 试	194
§9-7 B2012A型龙门刨床电气线路常见故障的分析与检修	201
§9-8 B220型龙门刨床电气线路	213
第十章 龙门铣床电气线路	234
§10-1 概 述	234
§10-2 X2012A型龙门铣床的可控硅-电动机调速系统	234
§10-3 X2012A型龙门铣床控制线路	247
§10-4 X2012A型龙门铣床电气线路的调试	249
§10-5 X2012A型龙门铣床电气线路常见故障的检修	256
第十一章 数字程序控制机床电气线路	265
§11-1 概 述	265
§11-2 数控的基本知 识	269
§11-3 插补运算原理	303
§11-4 B ₁ K-211A型直线与圆弧插补控制机	324
§11-5 XK5040数控铣床电气线路	406
主要参考书目	438

第一章 机床电器简介

§1-1 机床电器的分类

机床电器是构成各种机床自动控制系统的基础，它能起控制、调节与保护机床的作用。机床电器按照各自职能的不同，可以分为控制电器、辅助电器和执行电器三大类。

用于控制机床电机或电器的接通、分断、反向以及停止的电器，称为控制电器。按操作方式的不同，控制电器又可分为自动切换电器和非自动切换电器两类。自动切换电器能依靠自身参数的变化或根据外来讯号(如电、磁、光、热等)，自动改变工作状态。非自动切换电器要依靠外力(如人工操作等)直接操作来进行切换。前者如接触器和各种继电器，后者如手动开关、控制按钮和行程开关等。

为了保证电路正常工作，确定电路的工作参数，显示电路的工作状态等所用的电器，叫做辅助电器，如熔断器、指示灯等。

用于实现或执行机床的某些机械操作的电器，叫做执行电器，如电磁铁、电磁阀、电磁离合器和电磁吸盘等。这类电器几乎都是由电流产生的磁力来进行工作的。

机床电气线路中常用电器产品的分类及其用途，如表1-1所示。

表1-1 低压电器产品分类及用途

产 品 分 类		主 要 品 种	用 途
控 制 电 器	接 触 器	交流接触器 直流接触器	主要用于起动或控制交直流电动机，以及接通、分断电路
	控制继电器	电流继电器 电压继电器 时间继电器 中间继电器 热继电器	主要用于控制系统，作控制其他电器或保护主电路之用
	起 动 器	磁力起动器 降压起动器	主要用于起动电动机
	控 制 器	凸轮控制器 平面控制器	主要用于转换主回路或励磁回路的接法，使电动机起动、换向或调速。
	主令电器	按钮、微动开关 万能转换开关	主要用于接通、分断控制电路，发出改变电路工作状态的指令
	刀 开 关		主要用于隔离电源，能接通、分断额定电流
	转换开关	组合开关 换向开关	主要用于两种及以上电源或负载的电路之转换、接通或分断

续表

产 品 分 类		主 要 品 种	用 途
辅 助 电 器	自动开关		用于保护线路过载、短路或欠电压,也可不频繁地接通和分断电路
	熔 断 器		用于电路和设备的短路和过载保护
	电 阻 器	铁基金属电阻	用于改变电路参数或变电能成热能
	变 阻 器	励磁变阻器 起动变阻器 频敏变阻器	主要用于发电机调压以及电动机的平滑起动和调速
执 行 电 器	电 磁 铁	起重电磁铁 牵引电磁铁 制动电磁铁	用于起重、操纵或牵引机械装置

机床上所用的电器,一般都有两个基本部分:一个是感受部分,它感受外界的讯号,作出有规律的反应;另一个是执行部分,它根据指令执行电路接通、切断等任务。在自动切换电器中,感受部分大多由电磁机构组成;在手控电器中,感受部分通常为操作手柄等。自动开关等低压电器还具有中间(传递)部分,它的任务是感受部分和执行部分联系起来,使它们协同一致,按一定的规律动作。

在机床电气控制系统中,目前应用得最多的是有触点电器,但是无触点电器的应用正日趋广泛。最近还有许多机床采用两者混合的电气控制系统:输入、运算环节采用无触点元件,执行元件等输出环节采用有触点电器。

§1-2 机床电器选用的原则与维修的基本要求

机床电器是构成机床电气线路的基础,任何电器的性能与质量都直接影响控制系统的工作质量与技术经济指标。如果对电器元件的品种、规格、性能、参数等选择不当或使用不合理,即使电气线路的设计在逻辑上是正确的,也不可能保证系统正常工作,而且还可能会给生产带来难以估量的影响。

此外,在机床电路中工作的各种电器又都处于不断变化的工作状态之中,它们的性能与参数都将随着工作任务与使用的时间改变而改变,而且还经常受到各种偶然因素的影响。为了确保电器可靠地工作,充分发挥它的作用,除了正确地选择所用的电器以外,还必须经常地了解电器的工作情况,对电器正常工作所需要的条件予以保证,对可能出现的各种异常现象及早地提防,对某些电器元件和部件产生的故障及时地修理或更换,即认真做好维修工作。否则,机床电气控制系统不可能正常工作。

1. 正确选择电器的原则

- (1) 电器的技术性能应能完全满足该机床电气控制系统的要求;
- (2) 电器的结构和外形尺寸应能满足使用和安装条件;
- (3) 经济合理,维修方便。

2. 对维修工作的基本要求

- (1) 坚持以预防为主的维修工作方针;
- (2) 建立和健全科学的维修制度;
- (3) 组织一支技术熟练的维修队伍;
- (4) 尽可能修旧利废, 节省维修费用。

§1-3 接触器的选用与维修

在机床电气线路中, 普遍利用接触器自动地接通和断开带有负载的主电路。接触器分交流和直流两种。电磁线圈流过直流电流, 而且其触头用来接通及断开直流电路的接触器, 称为直流接触器; 触头用来接通及断开交流电路的接触器, 称为交流接触器, 交流接触器的电磁线圈一般通过交流电流。但是, 为了提高接触器的工作频率(单位时间内的动作次数), 交流接触器有时也采用直流电磁线圈。直流接触器一般做成单极的; 交流接触器主要是做成多极的。

1. 交流接触器的结构和工作原理

图1-1是CJO-20型交流接触器的结构图。它主要由电磁机构、触头和灭弧系统等组成。

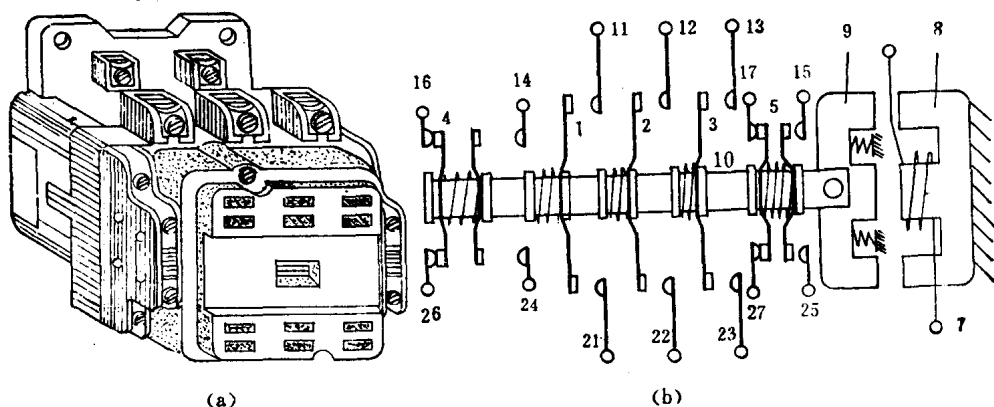


图1-1 CJO-20交流接触器

(a)外形图 (b)结构示意图

接触器有两种状态: 释放状态和吸合状态。电磁线圈6-7在没有电流流过的情况下, 接触器处于释放状态。这时, 在复位弹簧的作用下, 衔铁9通过绝缘支架将所有动触桥1~5推向最左端。因此, 静触点11-21、12-22、13-23、14-24、15-25都是断开的, 只有静触点16-26、17-27经相应的动触桥接通。只要将电磁线圈接上电源, 接触器即由释放状态转变为吸合状态。这时, 线圈电流所产生的磁场使固定的铁芯8与衔铁之间相互吸引。这个吸引的力如果能够克服弹簧的反力, 衔铁就向右运动。于是, 衔铁将所有动触桥拉向右端。因此, 原来闭合的静触头16-26、17-27就分断了; 原来分断的静触头11-21、12-22、13-23、14-24、15-25就闭合了。这样, 通过接触器线圈通电和断电, 就可以控制接触器的触头由分断转为闭合, 或由闭合转为分断。

接触器在线圈未通电(未动作)时断开的触头, 称为常开触头, 或叫动合触头, 如图1-1中的触头11-21~15-25。接触器在线圈未通电时闭合的触头, 称为常闭触头, 或叫动断触头。

接触器触头按功能不同,可分为主触头和辅助触头。主触头能通过较大的电流,可用来接通和断开电动机的电源,一般都有灭弧装置。交流接触器一般具有三个常开的主触头,可以接通和分断三相电流。接触器辅助触头能通过的电流比较小,通常接在控制线路中。各种接触器的辅助触头有多有少。CJO-20有两个常开辅助触头和两个常闭辅助触头。

交流接触器中的铁芯和衔铁由硅钢片叠成,这样可以减少涡流损耗。为了防止衔铁在吸合时产生振动和噪声,铁芯的端部都装有分磁环(短路环)。

接触器的触头在接通或分断较大感性负载电流时,动触头与静触头之间会产生很强的电弧。为了减弱电弧对触头的烧蚀作用,接触器都有灭弧装置。灭弧方法计有磁吹灭弧、电力灭弧、纵缝灭弧、金属栅灭弧等几种。有时为了加强灭弧效果,可以同时采取几种方法来灭弧。

2. 直流接触器的结构和工作原理

直流接触器也是由电磁机构、触头和灭弧装置等部分组成的。CZ3型直流接触器的结构如图1-2所示。

电磁机构由线圈、铁芯以及软钢制成的磁轭组成。电磁铁的形状大多为U型,衔铁可绕棱角转动。直流接触器的铁芯没有涡流损耗,热量是由流过线圈的电流在电阻上产生的。所以,线圈一般做成细而长的圆筒,以利散热。

直流接触器一般只有一对或两对主触头。由于主触头接通和分断的电流大,所以大多采用滚动接触的指形触头。为了减弱接触器接通或分断负载电流产生电弧使主触头的烧蚀,直流接触器也没有灭弧装置。直流接触器多采用磁吹灭弧。辅助触头流过的电流小,所以常采用点接触桥式触头。

3. 接触器的选用

接触器的类型,原则上应当根据所在电路负载电流的种类来选择。这就是说,如果需要接通或分断交流电流,应该使用交流接触器;如果需要接通或分断直流电路,应该使用直流接触器。如果电路中主要是交流负载,直流电动机或直流负载比较小,那么也可以使用交流接触器,但是触头的额定电流应选得大些。

在用接触器接通或分断电阻性负载,或在容许操作频率内控制鼠笼式电动机时,接触器主触头的额定电流,应不小于负载或电动机的额定电流。

用在电动机频繁起动、反接制动等场合的接触器,它的主触头易于烧蚀而较早损坏。为了改善这种情况,延长接触器使用寿命,应将接触器的触头额定电流降低使用,一般可降低一个等级。

辅助触头的额定电流和数量,通常不是选择接触器的主要依据。如果辅助触头的容量不足,或数量不够,可以通过增加中间继电器的办法来解决。

在控制线路比较简单、所用接触器数量较少的情况下,接触器的线圈的额定电压常为

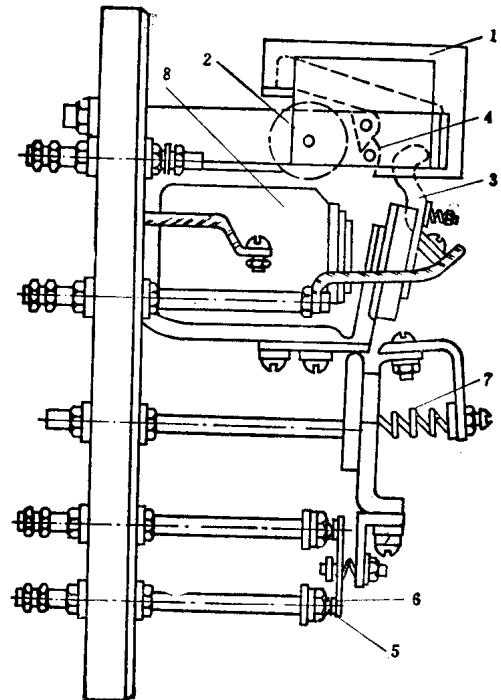


图1-2 CZ3型直流接触器

1. 灭弧罩; 2. 磁吹线圈; 3. 动触头; 4. 静触头;
5. 静触头; 6. 桥式动触头; 7. 复位弹簧; 8. 吸引线圈

380V或220V；如果控制线路比较复杂，使用的电器又比较多，控制线路常由专用的控制变压器供电，电压常为110V、127V、220V或36V。

4. 接触器的维护

(1) 维修人员应定期检查接触器的零件，要求可动部分灵活，紧固件没有松动。零件如已损坏，应及时修理或更换。

(2) 触头表面应经常保持清洁，不允许粘有油污。当触头表面因电弧烧蚀而附有金属小珠粒时，应及时去掉。触头若已磨损，应及时调整，消除过大的超程；若厚度只剩下1/3时，应及时更换。银和银基合金触头表面，若因电弧作用而生成黑色氧化膜，不必锉去。因为这种氧化膜的接触电阻很低，不会造成接触不良，锉掉反而缩短了触头的寿命。

(3) 接触器不允许在去掉灭弧罩的情况下使用，因为这样很可能发生短路事故。用陶土等制成的灭弧室性脆易碎，拆装时应小心，避免碰撞造成损坏。

(4) 若接触器已不能修复，应予以更换。更换前应检查接触器的铭牌和线圈标牌上标出的参数。换上去的接触器的有关技术数据应符合技术要求；用手分合接触器的可动部分，看看是否灵活，并将铁芯上的防锈油擦干净，以免油污粘滞造成接触器不能释放。有些接触器还需要检查和调整触头的开距、超程、压力等，使各个触头的动作同步。

5. 接触器常见故障及其处理方法

接触器可能发生的故障很多，下面仅就其触头、线圈、铁芯等最易发生的故障进行分析，并介绍通常的处理方法。

表1-2 接触器常见故障及处理方法

故障现象	产生故障的原因	处理方法
吸不上或吸不足	(1) 电源电压过低或波动过大 (2) 操作回路电源容量不足，或发生断线、触头接触不良，以及线接错了 (3) 线圈技术参数不符合要求 (4) 接触器线圈断线，可动部分被卡住，转轴生锈、歪斜等 (5) 触头弹簧压力与超程过大	(1) 调整(提高)电源电压 (2) 增加电源容量；修理线路和触头 (3) 更换线圈 (4) 更换线圈，排除可动零件的故障等 (5) 按要求调整触头
不释放或释放缓慢	(1) 触头弹簧压力过小 (2) 触头被熔焊 (3) 可动部分被卡住 (4) 铁芯极面有油污 (5) 反力弹簧损坏 (6) 使用时间较长，铁芯极面之间的气隙消失	(1) 调整触头参数 (2) 修理或更换触头 (3) 拆修有关零件再装好 (4) 拭清铁芯极面 (5) 更换弹簧 (6) 更换或修理铁芯
线圈过热或烧损	(1) 电源电压过高或过低 (2) 线圈技术参数不符合要求 (3) 操作频率过高 (4) 线圈本身已损坏 (5) 使用环境特殊：如空气潮湿、含有腐蚀性气体或温度太高 (6) 运动部分卡住 (7) 交流接触的铁芯极面不平或中肢气隙过大	(1) 调整电源电压 (2) 更换线圈或接触器 (3) 选择其他较为适合的接触器 (4) 更换或修理线圈 (5) 采用特殊设计的线圈 (6) 针对具体情况设法排除 (7) 修理或更换铁芯

故障现象	产生故障的原因	处理方法
噪音较大	(1)电源电压低 (2)触头弹簧压力过大 (3)铁芯极面生锈或粘有油垢、灰尘 (4)零件歪斜或卡住 (5)短路环断裂 (6)铁芯极面磨损过度而不平	(1)提高电源电压 (2)调整触头压力 (3)清理铁芯极面 (4)调整或修理有关零件 (5)调换铁芯或短路环 (6)更换铁芯
触头熔焊	(1)操作频率过高或过负载使用 (2)负载侧短路 (3)触头弹簧压力过小 (4)触头表面有突起的金属颗粒或异物 (5)操作回路电压过低或机械性卡住,致使吸合过程产生停滞现象,触头停顿在刚接触的位置上	(1)调换合适的接触器 (2)排除短路故障,换修触头 (3)调整弹簧压力 (4)修理触头 (5)提高操作电压,排除机械性卡阻故障
触头过热或灼伤	(1)触头弹簧压力过小 (2)触头表面不平,或有油污 (3)环境温度过高,或使用在密闭的配电箱中 (4)操作频率过高,或工作电流过大 (5)触头的超程太小	(1)调整触头弹簧压力 (2)清理触头 (3)接触器降容使用 (4)调换合适的接触器 (5)调整或更换触头
触头过度磨损	(1)接触器选用欠妥,在某些场合容量不足,如反接制动,较多密集操作,操作频率过高 (2)三相触头不同步 (3)负载侧短路	(1)接触器降容,或改用合适的 (2)调整使其同步 (3)排除短路故障,更换触头
相间短路	(1)可逆接触器联锁不可靠 (2)灰尘、水气、污垢等使绝缘材料导电 (3)某些零部件损坏(如灭弧室等)	(1)检修联锁装置 (2)经常清理,保持清洁 (3)更换损坏的零部件

§1-4 继电器的选用与维修

继电器是一种能够根据输入信号产生动作的自动控制电器,其触点通常接在控制电路里。它的输入量有电量(电压、电流等)和非电量(温度、压力、速度等)两类,“输出量”则是触点的接通与分断。

继电器的种类很多,这里仅就机床电气控制系统中几种常用的继电器,如中间继电器、时间继电器、热继电器等,作简单介绍。

一、中间继电器

中间继电器与接触器没有本质上的区别,只是用途不同而已。接触器主要用于主电路,中间继电器主要用于控制电路。所以,中间继电器的电磁系统和触点等都比较轻巧,触点的种类和数量也较多。

在机床上常用的中间继电器有:交流JZ7系列,交直流两用的JZ8系列,以及DZ-100、JZ12和JZ13等小型系列。

二、时间继电器

在获得输入信号后, 经过一段时间执行元件才动作的继电器, 叫做时间继电器。以下分别介绍机床电气线路中常用的几种时间继电器。

1. 电磁式时间继电器

在电磁式继电器上, 增加磁阻尼装置, 即可组成电磁式时间继电器。所谓磁阻尼装置, 就是在直流电磁继电器铁芯上加装一个铜套。这个铜套, 可以起延缓铁芯中磁通变化的作用, 从而使继电器在获得输入信号后, 延迟一段时间其执行元件才会动作。这种时间继电器的延时可达15秒, 但只能用于需要延迟释放的线路中。

在直流电磁继电器线圈两端并联电容器, 利用电容器充放电, 也可以使继电器延迟动作。这种使电磁继电器获得延时效果的方法简单, 但仅适用于需要延时时间不超过3秒的场合。

2. 气囊式时间继电器

JS7型气囊式时间继电器常用于机床电气线路, 其结构如图1-3所示。

设继电器的线圈1先已通电, 若此时切断线圈1的电源, 衔铁2在复位弹簧3的作用下, 将活塞9推向最上端。这时橡皮膜6下方气室内的空气都通过橡皮膜6、弹簧5和活塞9的肩部所形成的单向阀, 从橡皮膜上方的气室缝隙中顺利排掉, 而弹簧4则被压缩。此时, 若使线圈通电, 衔铁即向下运动并吸合。于是, 活塞在弹簧的作用下, 开始向下移动。移动速度视进气口8的节流程度而定, 可用螺旋7加以调节。活塞经过一段时间(继电器的延时时间), 移动到最下端, 并通过杠杆10将微动开关 XK_2 压动。于是常闭触点 XK_2 (17-18)分断, 常开触点 XK_2 (19-20)闭合。这两对触点都是在时间继电器通电、

并经过整定的延时后才动作的, 所以 XK_2 (17-18)叫做常闭延时断开触点(又叫延时动断触点, 习惯上叫原闭延开触点); 而 XK_2 (19-20)叫做常开延时闭合触点(又叫延时动合触点, 习惯上叫原开延闭触点)。微动开关 XK_1 是在衔铁吸合时立即被压动的, 因此它的触点没有延时作用。

以上介绍了通电延时时间继电器的结构和工作原理。断电延时时间继电器的结构和工作原理基本上与以上类似, 这里不再赘述了。

气囊式时间继电器结构简单, 延时整定值可在0.4~180秒范围内调节。但其橡皮膜的硬度易受温度影响而发生变化, 从而使继电器产生较大的延时误差。

3. 电动机式时间继电器

这种时间继电器在得到输入信号后, 继电器上的小同步电动机就得到电源, 并开始转动。小同步电动机带动一套减速齿轮一起转动, 经过一定的转数即可触动触点动作。常用的电动

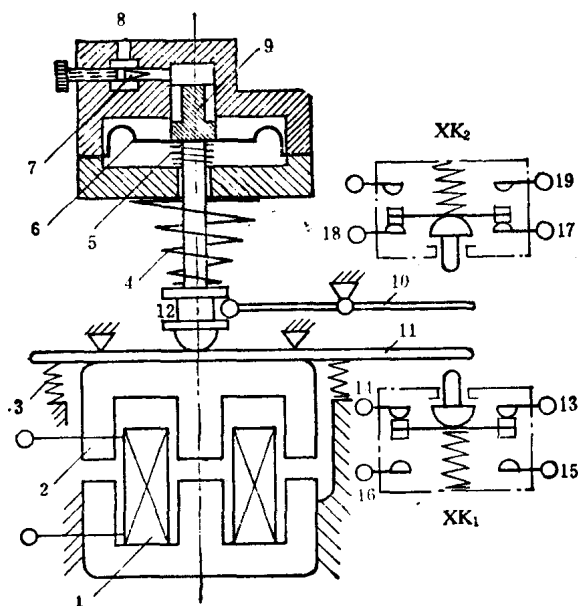


图1-3 气囊式时间继电器

机式时间继电器有JS10型和JS11型两种。它的延时精度较高，主要用于要求有较高延时精度的场合。它的延时范围很宽，可在0.5秒到24小时内调节，但结构复杂，价格较高。

4. 电子式时间继电器

电子式时间继电器具有延时范围宽，延时精度高，调节方便，消耗功率小，寿命长等优点，近年来应用日趋广泛。这种时间继电器有阻容式和数字式两种。

图1-4为单晶体管组成RC充放电(阻容)式晶体管时间继电器的原理线路。该线路接上电源后，电容器C开始充电。充电路径为：电源(+)→继电器线圈J→电阻 R_4 →电阻R→电容C→电源(-)。由于此时充电电流很小，所以继电器J是不会吸合的。在单晶体管BT处于截止状态的情况下，电阻 R_1 上没有电压输出，可控硅SCR处于阻断状态。当电容器C上的电压 u_c 由零逐渐上升到一定值，即单晶体管BT的发射极e与第一基极 b_1 间的电压 u_e 达到其峰点电压 u_p 时，BT开始导通。于是，电容器C通过单晶体管BT的发射极e、第一基极 b_1 和电阻 R_1 迅速放电。因而就有一个较大的脉冲电流流过电阻 R_1 。这个电流在 R_1 上产生的电压降(为一脉冲电压)触发可达控硅SCR，可使SCR导通。SCR导通后，便有电流流过继电器J的线圈，于是J吸合。J吸合后其常开触点 J_2 动作使继电器自保，并将延时电路短接；常开触点 J_1 闭合，将电容器C短接，使电容器上的电荷全部消失。电源切断后，继电器J释放，一切恢复到原来的状态。JS12型单晶体管时间继电器延时最长可达60秒。

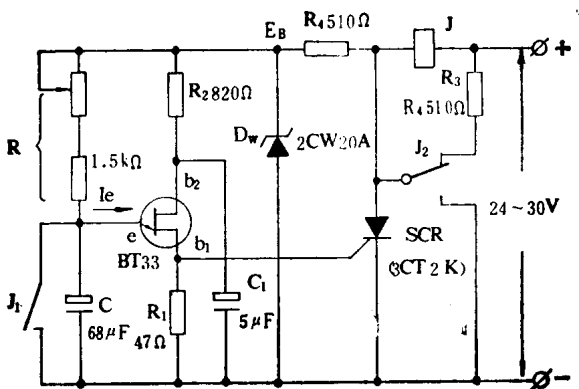


图1-4 JS12型单晶体管时间继电器线路

常用的电子式时间继电器除JS12型以外，还有JSB1型场效应管时间继电器和JSJ101型具有辅助脉冲电源的时间继电器。前者延时最长可达5分钟，后者延时短的为0.22秒，长的可达几十分钟。

阻容式晶体管时间继电器具有某些难以克服的缺点：延时不可能太长，延时精度不够理想。这就使得这种时间继电器的应用受到一些限制。随着电子技术的发展，人们研制出数字式时间继电器。这种时间继电器能够克服阻容式时间继电器的缺点。

数字式晶体管时间继电器采用对标准频率进行分频和用计数的延时环节取代RC充放电延时环节，它的结构图如图1-5所示。其中，秒脉冲发生器由标准频率发生器和分频器组成。当数字时间继电器接到输入信号后，标准频率发生器就产生一个频率固定的脉冲；分频器将这个固定频率降低，即分频为所需的脉冲频率，如每秒10个脉冲或每秒1个脉冲等。这些脉冲由十进位计数电路(计数器)进行计数，每计一个脉冲就需要一定的时间。例如送入计数器的脉冲频率为10次/秒，则计一个脉冲就需要0.1秒的时间。一个十进位计数电路可以接收9个这样的脉冲，所需的时间为0.9秒。当第10个脉冲到来时，就可由第二个计数器计数，第一次计数时间为1秒。此时第一个计数器还原为零状态。再输入这样的10个脉冲时，第二个计数器再计数一次，时间为2秒。当输入100个脉冲时，第三个计数器开始计数，第一次计数时间为10秒。这样三个计数器串起来就能接收999个脉冲，接收999个脉冲所需时间为99.9秒。如果秒脉冲发生器输出的频率为每秒1次，则三个计数器串起来接收999个脉冲所需的时间就为999秒。计数器所计脉冲数的时间由译码器译出，并输出给选择开关和“与”门电路组成的

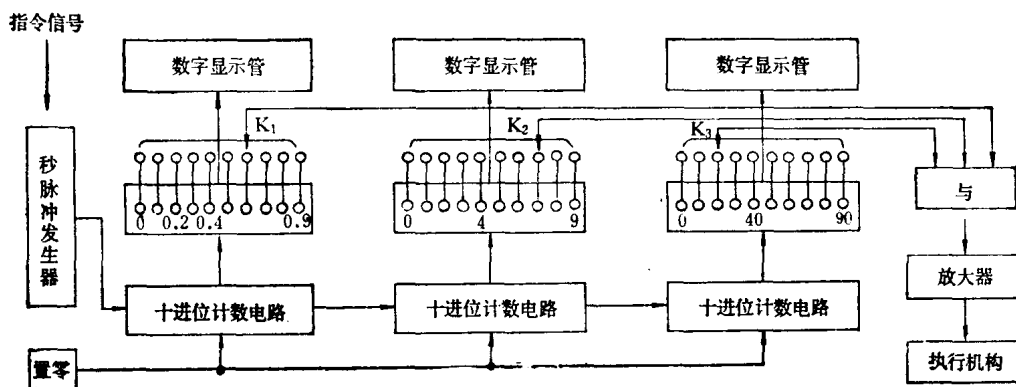


图1-5 计数式时间继电器结构图

比较环节。选择开关可以由操作者预先安置在所需的延时位置上，例如 K_1 置于第一个计数器的0.8秒处， K_2 置于第二个计数器的4秒处， K_3 置于第三个计数器的80秒处，则当输入848个脉冲给第一个计数器时，这三个计数器所属译码器的相应输出端上都有信号输出，于是与门电路打开，输出信号使后面的执行机构动作，总的延时为84.8秒。改变选择开关的位置，就可获得长短不同的延时。为了增长延时，只要增加分频器的分频系数或增加计数器组数即可。如果在这种继电器上装数字显示管，计数所表示的时间就能直接被显示出来。

这种时间继电器的延时精度高，延时范围广，调节方便，最长可延时几小时甚至几昼夜。但是它的线路较为复杂，目前在机床电气线路中尚未得到广泛的应用。

三、热继电器

热继电器是一种起保护电气设备作用的电器，它常用于保护电动机，使之不致因长期过载运行而烧毁。

热继电器按其动作方式不同，可以分为两类：一类是双金属片式热继电器；另一类是易熔合金式热继电器。前者是利用过载电流产生的热效应，使双金属片弯曲而造成触点动作。后者是利用过载电流产生的热效应使易熔合金熔化，从而使触点改变状态。由于双金属片式热继电器结构简单、成本低、安装方便，因而在机床电气控制系统中得到广泛的应用。

热继电器的型式很多，但其基本结构大致相同。从图1-6可知，热继电器是由发热元件1、

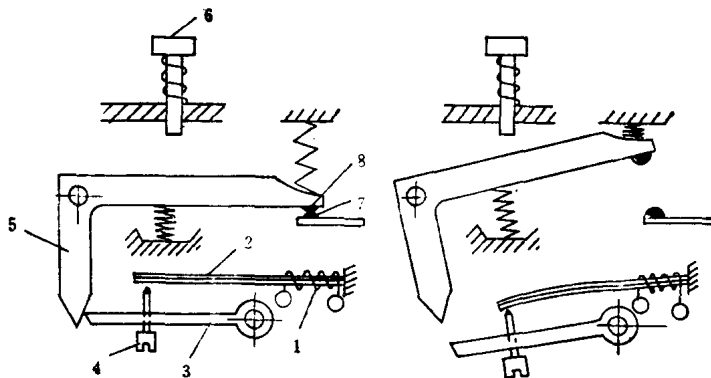


图1-6 热继电器结构示意图

1. 发热元件；2. 双金属片；3. 扣板；4. 压动螺钉；5. 扣钩；6. 复位按钮；7. 静触点；8. 动触点

双金属片 2、静触点 7、动触点 8 等零件组成的。发热元件 1 是由电阻不大的电阻丝或电阻片制成的。使用时发热元件 1 串接在电动机的定子电路中。因此,流过的电流越大,产生的热量就越多。双金属片 2 是由两层膨胀系数相差较大的金属(例如铁镍铬合金、镍合金)片牢固地轧焊在一起制成的。当发热元件 1 通电发热时,双金属片就被加热,其温度随之上升。由于双金属片中一层金属的膨胀系数大,另一层金属的膨胀系数小,所以在其温度升高后,自由的一端将自动弯曲。如果电动机长期过载运行,则双金属片的温度就会升得很高,自由的一端就逐渐弯曲到顶压动螺钉 4,使扣板 3 向下移动而与扣钩 5 脱开,扣钩 5 就在弹簧的作用下转动,使动触点 8 与静触点 7 脱开。利用它的触点分断,就可以切断控制线路,从而使接触器线圈失电而释放,于是就切断了电动机的电源。因此,电动机在选用适合的热继电器情况下,就不致由于长期过载而烧毁。

热继电器的动作电流值,可以通过螺钉 4 调节。螺钉 4 与双金属片的距离越大,继电器的动作电流值就越大。

热继电器动作后,电动机的电源被切断,双金属片就逐渐因散热而冷却,恢复到原来的状态。对于通常用的非自动复位的热继电器,这时扣板前端还在扣钩以外,触点 7、8 仍然是脱开的。如果需要再次起动电动机,需按一下复位按钮 6。这样扣钩和扣板就恢复成原来的状态,触点 7、8 也就接通了。热继电器复位后,为了使电动机充分地冷却下来,应当多隔几分钟,或让电动机轻载运行一段时间,并应检查热继电器动作的原因,仅当确信电气系统没有故障时,才能重新起动电动机。

我国生产的热继电器型号很多。早期生产的 JR1、JR2 系列热继电器,由于性能不稳定,动作不可靠,对电动机的保护不可靠,现在已不再生产。目前在机床电气系统中,常用的热继电器有 JR0、JR10 和 JR16 等系列产品。JR0、JR10 型为两相结构式热继电器。JR16 型为三相结构式热继电器,它可保护三相电动机因单相运行(一相断路)引起的过载。

四、继电器的选用

在设计机床电气线路的时候,需要考虑选用哪种型号、规格的继电器;在维修中,若继电器因损坏需要更换,又没有型号、规格完全相同的继电器,必然要用规格相近的继电器来代用。选用的基本原则在介绍电器选用的原则中已经阐明。这里强调一下,对于电磁式控制继电器,除了其线圈电压或电流、工作频率、工作环境等应满足要求外,还应考虑被控制对象的电压、电流和负载性质及要求(如延时时间、动作电流倍数等)等因素。下面介绍选用热继电器时应遵循的规则。

(1)一般情况下,可选用两相结构的热继电器。

(2)对于某些特殊情况,宜选用三相结构的热继电器,如电网电压的均衡性较差,工作环境恶劣或无人看管的电动机;与大容量电动机并联于同一电源母线,且公用一组熔断器或供电变压器的小容量电动机。

(3)绕组呈三角接法的三相交流电动机,为了保护其因单相运行而造成过载,宜选用带差动装置的三相结构式热继电器。

(4)热元件的额定电流可按下式选取:

$$I_e = I_{cd}$$

式中 I_e ——热元件的额定电流;

I_{cd} ——电动机的额定电流

热元件选定后, 还应根据电动机的额定电流, 来调整它的整定电流。

(5)热继电器上连接导线截面的大小, 对热继电器的动作性能有一定的影响。如连接导线为铜芯导线, 其截面可根据额定电流不大于且较接近表 1-3 中额定电流所对应的截面大小来选择。

表1-3 热继电器连接导线(铜芯)与额定电流对照表

额定电流[A]	10	20	40	60	100	150
导线截面[mm ²]	2.5	4	10或6	16	25	35

(6)对于工作时间较短、间歇时间较长的电动机(机床的刀架或工作台快速移动电动机等), 以及虽然长期运行, 但过载可能性很小的电动机(排风机电动机等), 可以不设过载保护。

(7)对于重复短期工作的电动机, 由于热继电器中双金属片的温升跟不上电动机绕组的温升, 从而使电动机有失去保护的危险。在这种情况下, 为确保电动机正常运转, 不宜采用双金属片热继电器; 如有必要, 可选用能反映电动机绕组实际温度的温度继电器。

五、继电器的维护

(1)定期检查继电器各个零部件。要求其可动部分灵活可动, 紧固件没有松动, 损坏的零部件应及时更换或修理。

(2)检查时应仔细擦去触点上的灰尘及油污, 以保证触点可以良好接触。触点烧损后, 应及时修理。触点修整后, 应将触点开距、超程、接触压力等调整恰当。

(3)应定期试验热继电器的动作特性。试验时应保持试验电流稳定, 避免外界气流、阳光等其他因素的影响。

六、继电器的常见故障及处理方法

(1)对于电磁继电器的常见故障读者可参照本章中接触器的有关内容进行处理。

(2)气囊式时间继电器, 经常由于空气室密封不严或皮膜损坏而造成漏气, 结果使其不能延时或延时缩短; 由于空气室不清洁, 有灰尘侵入, 使空气受阻, 又会造成延时过长。遇到这类故障, 需更换皮膜或清理空气室。

(3)电子式时间继电器由于电阻、电容老化、漏电, 将造成延时不准确; 二极管、三极管反向漏电流过大, 失去整流、开关、放大作用, 将造成延时不准或不能延时。这时, 应更换相应的元器件。

(4)热继电器的常见故障及处理方法, 参见表1-4。

表1-4 热继电器常见故障及处理方法

故障现象	产生故障的原因	处理方法
热继电器误动作	(1) 整定值偏小 (2) 电动机起动时间过长 (3) 反复短时工作的操作次数过高 (4) 强烈的冲击振动 (5) 用于不适合的工作制 (6) 连接导线太细	(1) 合理调整整定值, 或更换热元件 (2) 按电动机起动时间, 选择具有合适的可返回时间级数的热继电器, 或从线路上采取措施 (3) 按要求合理选用 (4) 根据需要选用专用的热继电器 (5) 按要求合理选用 (6) 按技术条件规定选用适合的导线
热继电器不动作	(1) 整定值偏大 (2) 动作机构卡死 (3) 连接导线太粗	(1) 合理调整整定值, 或更换热元件 (2) 修理或更换 (3) 按技术要求规定选用适用的导线
热元件烧断	(1) 负载侧短路, 电流过大 (2) 反复短时工作的操作次数过高	(1) 检查电路, 排除短路故障并更换热元件 (2) 按要求合理选用

§1-5 自动开关的选用与维修

自动开关又称自动空气断路器, 是机床电气线路中常用于接通或切断主电路的电器之一。它在电路中, 可以保护电气设备, 使之免受过电流、短路和欠电压等不正常情况的危害。同时, 它也可以用于操作不频繁的场合来起动电动机等等。

1. 自动开关的工作原理

图1-7(a)为DZ5-20型自动开关的外形图。操作时如按下自动开关上的“合”按钮, 它的

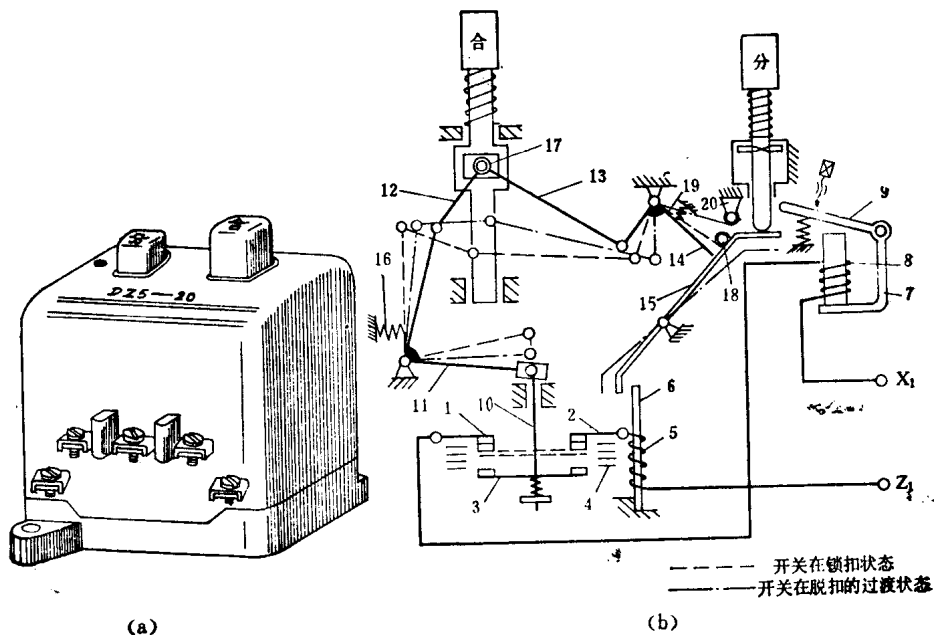


图1-7 DZ5-20自动开关

(a)外形图 (b)结构原理图