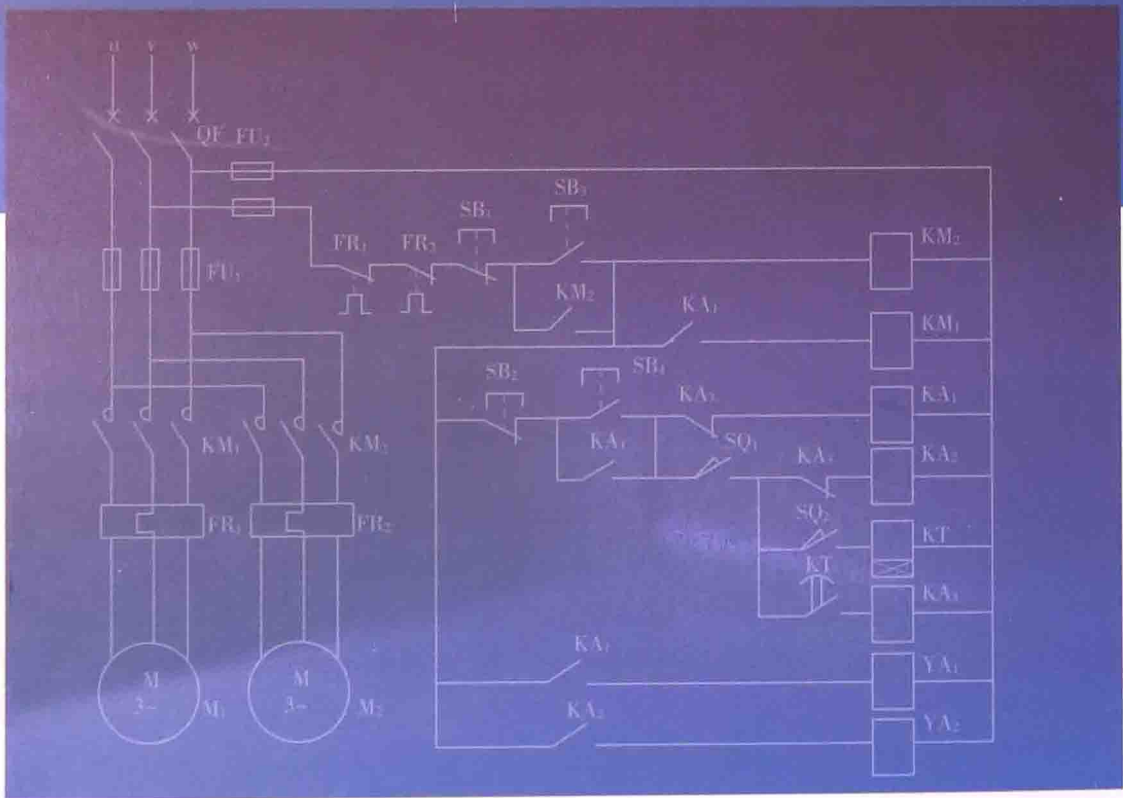


DIANQI KONGZHI XITONG
GUZHANG FENXI

电气控制系统 故障分析

闫爱青◎编著

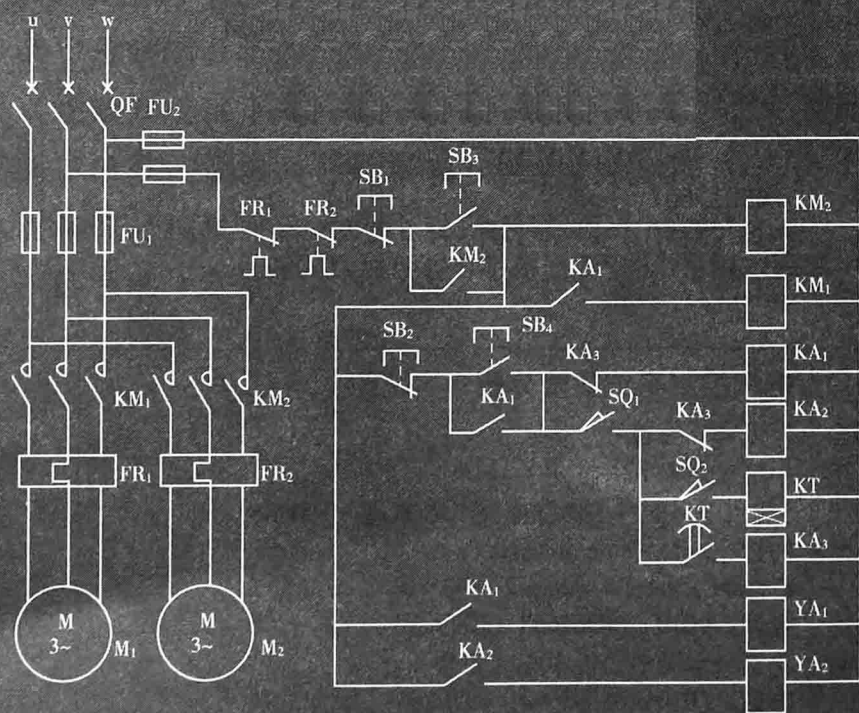


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

DIANQI KONGZHI XITONG
GUZHANG FENXI

电气控制系统 故障分析

闫爱青◎编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书从工程实际应用出发，主要介绍了传统电气控制系统（继电器接触器控制系统）和现代电气控制系统（可编程控制器系统）的各种故障情况及处理方法。主要内容包括：常用低压电器常见故障分析、常见电气控制电路及故障分析、常用机床电气控制电路及故障分析和可编程控制器系统及故障分析。其中重点内容集中在故障分析及处理，并将与其相关的各个知识点作了简要介绍。

本书内容充实，语言简练，可作为高等学校电气信息类、自动化类等相关专业的教学用书，也可作为电气类职业技能鉴定中某些工种的实训教材，同时还适合作为电气控制类及相关专业工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（C I P）数据

电气控制系统故障分析 / 闫爱青编著. -- 北京 :
中国水利水电出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-5170-2491-0

I. ①电… II. ①闫… III. ①电气控制系统—故障诊断 IV. ①TM921. 507

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第215052号

书 名	电气控制系统故障分析
作 者	闫爱青 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E - mail: sales@ waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限公司
规 格	184mm × 260mm 16 开本 8 印张 189 千字
版 次	2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷
定 价	22. 00 元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有 · 侵权必究

前 言

电气控制技术是高等学校电气工程类及相关专业的一门重要专业课，集计算机技术、自动控制技术和通信技术等多种技术于一体。随着科学技术的进步和生产技术的不断发展，电气控制系统的应用领域不断扩大，已渗透到各行各业，在工业生产和科学研究等领域起着越来越重要的作用。

本书体现了“以培养工程技术型人才为核心、理论教学和实践教学相结合”的人才培养目标，主要内容包括传统电气控制系统即继电器接触器控制系统的故障分析和现代电气控制系统即可编程控制器系统及故障分析，其中：第1章为常用低压电器常见故障分析，第2章为常见电气控制电路及故障分析，第3章为常用机床电气控制电路及故障分析，第4章为可编程控制器系统及故障分析。书中将故障分析和实际情况密切联系起来，希望对读者有一定的帮助。

本书在编写过程中参阅了大量科技文献，引用了很多工程实例，在这一过程中得到了很多前辈及同行的帮助和指引，在此表示感谢，同时也感谢中国水利水电出版社的编辑对本书的出版所付出的辛勤劳动！

由于编者水平有限，经验不足，在书中难免存在疏漏和不足之处，敬请读者批评指正并提出宝贵意见。

编者

2014年6月

前言

第1章 常用低压电器常见故障分析	1
1.1 低压电器基本知识	1
1.2 电磁式低压电器常见故障分析	4
1.3 主令电器故障分析	6
1.4 接触器故障分析	12
1.5 继电器故障分析	15
1.6 其他常用低压电器故障分析	22
1.7 电气控制系统中其他相关器件故障分析	27
思考与练习	31
第2章 常见电气控制电路及故障分析	32
2.1 电气控制系统图的绘制原则及识图方法	32
2.2 电气控制电路典型环节及故障分析	36
2.3 三相笼型异步电动机启动控制电路及故障分析	42
2.4 电动机正反转控制电路及其演变电路故障分析	50
2.5 电动机制动控制电路及故障分析	55
2.6 电动机速度控制电路及故障分析	60
2.7 电液控制电路及故障分析	66
思考与练习	70
第3章 常用机床电气控制电路及故障分析	71
3.1 机床电气控制电路分析的相关知识	71
3.2 卧式车床电气控制电路及故障分析	73
3.3 摇臂钻床电气控制电路及故障分析	76
3.4 卧式镗床电气控制电路及故障分析	81
3.5 卧式万能铣床电气控制电路及故障分析	87
思考与练习	92

第 4 章 可编程控制器系统及故障分析 93

4.1 PLC 概述 93

4.2 S7 - 200 系列 PLC 的基础知识 98

4.3 S7 - 200 系列 PLC 的指令系统 104

4.4 S7 - 200 系列 PLC 控制系统及故障分析 113

思考与练习 119

参考文献 120

第 1 章 常用低压电器常见故障分析

低压电器主要指用于对电路进行接通、分断，对电路参数进行变换，以实现电路或用电设备的控制、调节、切换、检测和保护等作用的电工装置、设备和元件。低压电器是现代工业过程自动化的重要元件，是组成电气成套设备的基础配套元件，在电力输配电和电力拖动自动控制等系统中有着极为广泛的应用。随着电子技术、自动控制技术和计算机应用技术的迅速发展，一些电气元件可能被电子电路所取代，但电气元件本身也在不断地发展，因此电气元件不会完全被取代，仍将具有相当重要的地位。

低压电器在运行过程中由于使用不当或长期投入运行和元器件老化等原因均会出现故障，且故障种类繁多，本章对低压电器常见故障进行分析处理。

1.1 低压电器基本知识

1.1.1 低压电器的定义和分类

1. 低压电器的定义

低压电器是指工作在交流电压小于 1200V 或直流电压小于 1500V 的各种电器。机械设备上大多采用低压电器来进行控制、保护及调节电动机或电路，满足生产工艺的要求。其特点是品种多、用量大、用途广。

2. 低压电器的分类

低压电器种类繁多，尤其近年来随着科技的不断发展和制造工艺的不断提高，出现了很多功能强大、用途广泛的低压电器。从不同的角度有不同的分类方法，通常有以下几种：

- (1) 按功能用途和控制对象分为配电电器和控制电器。
- (2) 按操作方式分为手动电器和自动电器。
- (3) 按工作原理分为电磁式电器和非电量控制电器。
- (4) 按用途分为主令电器、控制电器、保护电器、执行电器和配电电器。

1.1.2 电磁式低压电器的基本结构和原理

电磁式低压电器在电气控制电路中使用最为广泛，类型也最多，其基本结构和工作原理基本相同。其基本结构由感测部分和执行部分组成，感测部分又称电气机构，执行部分又称触头系统。工作原理是电磁机构接收从外部输入的信号，并通过转换、放大、判断，做出相应反应，使触头系统动作，实现对电路控制的目的。

1.1.2.1 电磁机构

电磁机构是电磁式电器的主要组成部分之一，它的主要作用是将电磁能量转换成机械

能量，带动触头动作完成电路的接通和分断功能。

电磁机构主要由吸引线圈、铁芯和衔铁 3 部分组成。其工作原理是给吸引线圈施加一定的电压和电流后产生磁场及电磁吸力，利用气隙磁场将电磁能转换为机械能，从而带动衔铁运动，使触头动作以完成触头的闭合和断开，从而达到控制电路的接通和分断的目的。

几种常用电磁机构的结构形式示意图如图 1.1 所示。

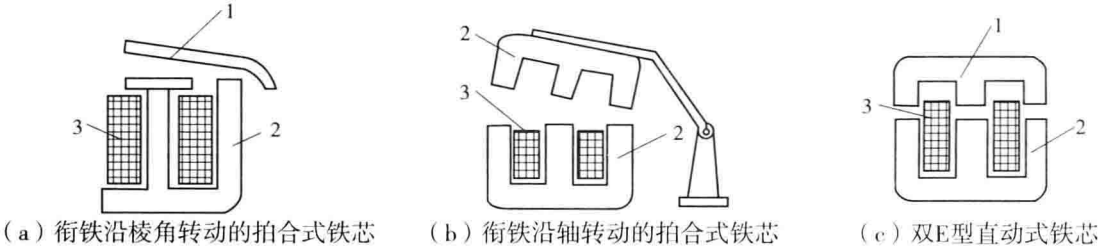


图 1.1 几种常用电磁机构的结构形式示意图
1—衔铁；2—铁芯；3—线圈

对于单相交流电磁机构，电磁吸力是一个两倍于电源频率的周期性变量。电磁机构在工作中衔铁始终受到反力的作用。由于交流磁通过零时电磁吸力也为零，吸合后的衔铁在反力作用下被拉开。磁通过零后电磁吸力增大，当电磁吸力大于反力时衔铁又被吸合。这样，在交流电每个周期内衔铁吸力要有两次过零，如此周而复始，衔铁产生强烈的振动并发出噪声，甚至导致衔铁松散，因此必须采用有效的措施加以克服。最有效的办法是在铁芯端部开一个槽，槽内嵌入称为短路环的铜环。短路环如图 1.2 所示。

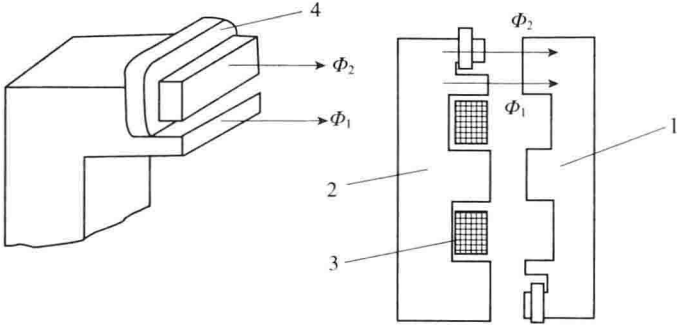


图 1.2 短路环
1—衔铁；2—铁芯；3—线圈；4—短路环

短路环把铁芯中的磁通分成两部分，一部分穿过短路环 Φ_2 ，一部分不穿过短路环 Φ_1 ， Φ_2 为原磁通与短路环中感应电流产生的磁通的叠加，且相位上 Φ_2 滞后 Φ_1 ，电磁机构的吸力为它们产生的吸力的合力，此合力始终大于反力，使衔铁在通电过程中始终保持吸合状态，所以衔铁的振动和噪声就消除了。

1.1.2.2 触头系统

触头又称触点，是电磁式低压电器的主要执行部分，起接通和断开被控制电路的作用。一对触头通常由动触头和静触头两部分组成。在常态下，静触头和动触头断开的称为常开触头，静触头和动触头接通的称为常闭触头。有触头的电气元件的基本功能靠触头来

执行，因此要求触头必须具有良好的导电和导热性能，为了满足这个要求触头通常用铜、银、镍及其合金材料制作而成，有时也在铜触头表面电镀锡、银或镍。触头是否正常工作将直接影响低压电器的工作性能。

1. 触头的结构形式

按触头的接触面积大小触头可分为点接触、线接触和面接触 3 种接触方式，如图 1.3 所示。

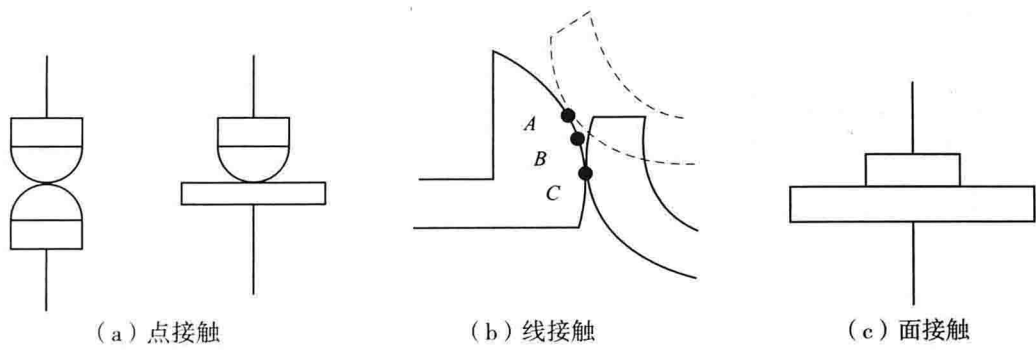


图 1.3 触头的三种接触形式

触头主要有指形触头和桥式触头两种结构形式。

指形触头一般采用线接触，如图 1.4 所示；桥式触头采用点接触和面接触，如图 1.5 所示。

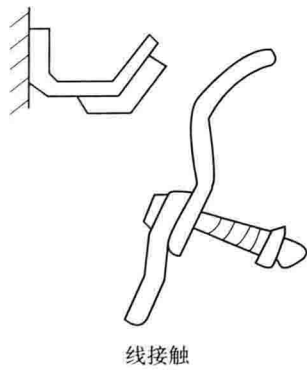


图 1.4 指形触头

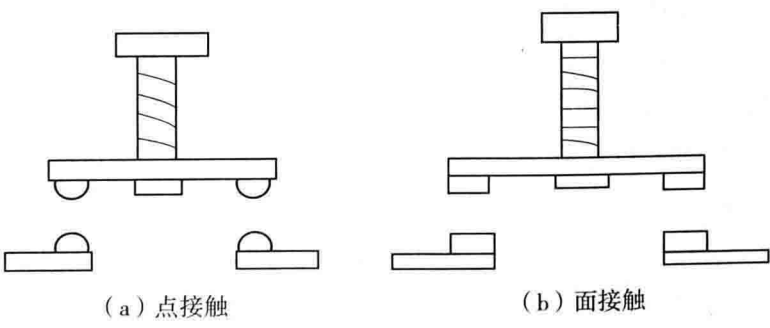


图 1.5 桥式触头

2. 电弧的产生

电弧实际上是触头间气体在强电场作用下产生的放电现象。

3. 电弧对电器的影响

触头虽然打开，但由于电弧的存在使要断开的电路仍处于接通状态；电弧温度高，有时过高会使触头熔化；电弧向四周喷射会使电器及周围物质损坏，甚至造成短路，引发火灾。因此必须采取措施来消灭或减少电弧。

4. 灭弧方法

常用的灭弧方法有拉长电弧、切断或分隔电弧或冷却弧柱等方法。

利用上述方法设计的常用灭弧装置有多断点灭弧装置、磁吹式灭弧装置、灭弧栅和灭弧罩等。

1.2 电磁式低压电器常见故障分析

1.1 节已经提到在电气控制系统中电磁式低压电器应用最为广泛，所以本节先对电磁式低压电器可能出现的相同故障进行分析。

1.2.1 触头故障分析

触头是低压开关电器的主要部件，常见故障有过热、磨损和熔焊等。

1. 触头过热

触头接通时有电流通过便会发热，正常情况下触头是不会过热的。当动静触头接触电阻过大或通过电流过大，则会引起触头过热，当触头温度超过允许值时，使触头特性变坏，甚至产生熔焊。产生触头过热的具体原因分析如下：

(1) 通过动静触头间的电流过大。任何电器的触头都必须在其额定电流值下运行，否则触头会过热。造成触头电流过大原因有系统电压过高或过低、用电设备超载运行、电器触头容量选择不当和故障运行4种可能。

(2) 动静触头间的接触电阻变大。接触电阻的大小关系到触头的发热程度。接触电阻增大的原因有：①因触头压力弹簧失去弹力而造成压力不足或触头磨损变薄，针对这种情况应更换弹簧或触头；②触头表面接触不良。例如在运行中，粉尘、油污覆盖在触头表面，增大了接触电阻；再如，触头闭合分断时，电弧使触头表面烧毛、灼伤，致使触头残缺不平 and 接触面积减小而造成接触不良。因此应注意对运行中的触头加强保养：①对触头表面有氧化层和灼伤的各种铜制触头可用刮刀或细锉修正；②对大、中电流的触头表面，不求光滑，重要的是平整；③对小容量触头要求表面质量好；④对银及银基触头只需用棉花浸汽油或四氯化碳清洗即可，其氧化层不影响接触性能。维修人员在修磨触头时，切记不要刮削太过，以免影响使用寿命，同时不要使用砂布或砂轮修磨，以免石英砂粒嵌于触头表面，反而影响触头的接触性能。

(3) 触头压力过大或超程过大。调整触头的压力可通过调整触头弹簧来解决。如果触头弹簧损坏可更换新弹簧或按原尺寸自制。触头压力弹簧常用碳素钢弹簧丝来制造，新绕制的弹簧要在250~300℃的条件进行回火处理，保持时间约20~40min，钢丝直径越大，所需时间越长。镀锌的弹簧要进行去氧处理，在200℃左右温度中保持2h，去脆性。

2. 触头磨损

触头磨损有两种：①电磨损，是触头间电火花或电弧的高温使触头金属气化造成的；②机械磨损，由触头闭合时撞击触点接触面导致滑动摩擦等原因造成。触头在使用过程中因磨损会越来越薄，当剩下原厚度的1/2左右时就应更换新触头；若触头磨损太快，应查明原因，排除故障。

3. 触头熔焊

动静触头表面熔化后焊在一起而分断不开的现象称为触头的熔焊。当触头闭合时，由于撞击和振动，在动静触点间的小间隙中产生短路电流，电弧温度高达3000~6000℃，使触头表面被灼伤或熔化，导致动静触头焊在一起。

发生触头熔焊的常见原因有：①触头选用不当，使触头容量太小而负载电流过大，即

过负荷使用；②操作频率过高；③触头弹簧损坏初压力减小；④触头表面有金属异物；⑤操作回路电压过低或触头被卡在刚接触的位置上。

触头熔焊后只能更换新触头，如果因触头容量不够而产生熔焊，则应选用容量大一些的电器。

1.2.2 电磁机构故障分析

电磁机构是电磁式低压电器的重要组成部分，起能量转换和操作运动的作用，常见的故障有噪音大、衔铁吸不上或吸力不足、衔铁不释放或释放缓慢、线圈过热或烧毁等。

1. 铁芯噪音大

电磁机构在工作时发生一种轻微的“嗡嗡”声，这是正常的；若声音过大或异常，可判断电磁机构出现了故障。

(1) 衔铁与铁芯的接触面接触不良或衔铁歪斜。铁芯与衔铁经过多次碰撞后端面会变形和磨损，或因接触面上积有尘垢，油污、锈蚀等，都将造成接触面之间接触不良而产生振动和噪声。铁芯的振动会使线圈过热，严重时烧毁线圈，对于E形铁芯，铁芯中柱和衔铁之间留有0.1~0.2mm的气隙，铁芯端面变形会使气隙减小，也会增大铁芯噪声。铁芯端面若有油垢，应折下清洗；端面若有变形或磨损，可用细砂布平铺在平板上，修复端面；如果表面磨损过度，就得考虑更换新的铁芯。

(2) 短路环损坏。铁芯经过多次碰撞后，装在铁芯槽内的短路环可能会出现断裂或脱落。短路环断裂常发生在槽外的转角和槽口部分，维修时可先将断裂处焊牢，两端用环氧树脂固定；若不能焊接也可换短路环或铁芯，短路环跳出时可先将短路环压入槽内。

(3) 电源电压低。如果电源电压过低，也会产生噪声，这时要提高电源电压。

(4) 机械方面的原因。如果触头压力过大或因活动部分运动受阻，使铁芯不能完全吸合，都会产生较强的振动和噪声。如果是触头压力过大，就需要调整触头弹簧压力机构；如果是活动部分受卡阻，就要调整或重新安排有关零件。

2. 衔铁吸不上或吸力不足

电源接通后，出现衔铁吸不上或吸力不足的原因有：

(1) 操作回路电源电压过低或发生断线，线圈进出线脱落以及接线错误等，这时要增大电源电压，整理线路。

(2) 电源电压过低或波动过大，这时要调整电源电压。

(3) 可动部分有卡阻现象，转轴生锈、歪斜等，这时要清除可动部件的故障。

(4) 触头压力过大或超程过大，要调整或更换压力机构。

3. 衔铁不释放或释放缓慢

当电源断开后，出现衔铁不释放或释放缓慢的原因有：

(1) 触头弹簧压力过小，要调整或更换压力机构。

(2) 触头被熔焊，要查找熔焊原因并更换触头。

(3) 可动部件被卡阻或转轴生锈或歪斜，要调整有关部件或更换转轴；铁芯端面有油污或端面之间的气隙消失，要清洗端面或更换修理铁芯。

(4) 反力弹簧损坏，要更换弹簧或整个反力机构。

4. 线圈过热或烧毁

当线圈两端电压一定时,阻抗越大,通过的电流越小。当衔铁在分离位置时,线圈阻抗最小,通过的电流最大;铁芯吸合过程中,衔铁与铁芯间的间隙逐渐减小,线圈的阻抗逐渐增大,当衔铁完全吸合后,线圈电流最小,如果衔铁与铁芯间无论是何原因造成不完全吸合,都会使线圈电流增大,线圈过热甚至烧毁。

线圈过热或烧毁出现的原因有:

- (1) 线圈电压过高或过低,需要调整电源电压或线圈电压。
- (2) 操作频率过高或线圈参数不符合要求,需要更换线圈或按使用条件选用器件。
- (3) 铁芯端面不平,这会造成衔铁和铁芯吸合时有间隙,这时要修理或更换铁芯。
- (4) 线圈绝缘老化,这会引起线圈匝间短路或局部对地短路,这时在线圈局部就会产生很大的短路电流,使温度剧增,甚至烧毁整个线圈,线圈烧毁之后只能更换新的线圈。

线圈烧毁一般应重新绕制。如果短路的匝数不多,短路又在接近线圈的端头处,其他部分全部完好,可拆去已损坏的几圈,其余的可继续使用,这时对低压电器工作性能的影响不会很大。

1.2.3 灭弧系统故障分析

灭弧系统的故障是指灭弧罩破损、受潮、炭化、磁吹线圈匝间短路、弧角和栅片脱落等。这些故障均能引起灭弧失败或灭弧时间延长。若灭弧罩受潮,烘干即可使用;炭化时可将积垢刮除;磁吹线圈短路时可用一字改锥拨开短路处;弧角脱落时应重新装上;栅片脱落和烧毁时可用铁片按原尺寸配做。

在实际操作作业中还会碰到其他故障现象,进行故障分析、排除时要根据实际现象尽可能多地分析产生的原因,逐一排除,按照安全要求认真操作,确认故障排除及接线正确后才能进行送电运行检测系统运行正常与否。

1.3 主令电器故障分析

在电气控制系统中,主令电器是一种专门发布控制命令,直接或通过电磁式电器作用于控制电路并改变电路工作状态的电器,常用来控制电气系统中电动机的启动、停止、调速及制动等过程。

主令电器只用于系统中的控制电路,不能直接分合主电路,而主电路的运行必须是由控制电路控制的,所以主令电器在电路中一般必不可少,主令电器的故障会直接影响整个电路的运行情况。因此,对于工程人员来说了解主令电器的故障情况是非常必要的。

常用的主令电器有控制按钮、行程开关、接近开关、万能转换开关、主令控制器及其他主令电器,如紧急开关、倒顺开关和钮子开关等。这里只介绍几种在电路中常用的主令电器。

1.3.1 主令电器故障检测内容

检测主令电器有无故障出现,应检测的内容有:

- (1) 运行中的主令电器应无破损、脏污、变形和闪络现象,操作时无麻电感。
- (2) 运行中的主令电器应无过热现象。

- (3) 运行中的主令电器应无放电响声。
- (4) 非运行中的主令电器操作灵活，无卡滞现象。
- (5) 未接入电路中的主令电器各对触点之间的绝缘电阻为 ∞ ，每对触点闭合时两端电阻为0，分断时电阻为 ∞ 。

1.3.2 控制按钮故障分析

控制按钮是一种手动开关，在控制电路中用于手动发出控制信号以控制接触器、继电器等的电磁线圈进而控制电路的通断，通常用来短间接通或断开小电流的电路。

1. 控制按钮的表示符号

按钮分为常开按钮、常闭按钮以及常开常闭按钮封装在一起的复合按钮，其表示符号如图1.6所示。

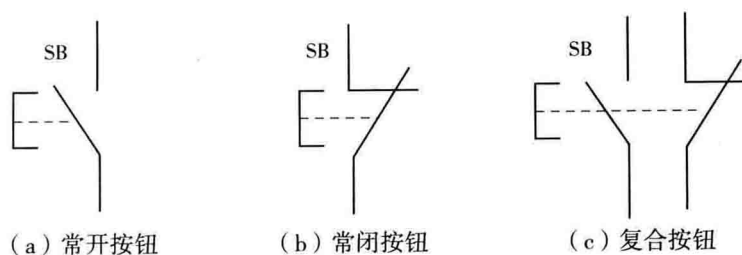


图 1.6 按钮的表示符号

2. 控制按钮在电路中的工作情况分析

常开按钮按下接通，松开断开；常闭按钮按下断开，松开接通；复合按钮有“先断后合”型和“先合后断”型两种，常见的为“先断后合”型，即按下时常闭的先断开，常开的后闭合，松开时常开的先断开，常闭的后闭合。通常在电路中，将常开按钮称作“启动按钮”，常闭按钮称作“停止按钮”。

3. 控制按钮故障分析

控制按钮的常见故障主要有以下几个方面。

(1) 按下启动按钮时有触电感觉。出现上述情况的原因及解决方案是：①按钮的防护金属外壳与连接导线接触，这时应检查按钮内连接导线的连接情况是否正确；②按钮帽的缝隙间充满铁屑，使其与导电部分形成通路，这时应认真清理按钮及其触头部分，使其保持清洁。

(2) 停止按钮失去功能，不能有效地断开电路。出现上述情况的原因及解决方案是：①电路接线错误，这时应更改电路的接线；②接线头松动或搭接在一起，这时应认真检查停止按钮处的所有接线，必要时最好重新接线；③铁尘过多或油污使停止按钮形成短路，这时应认真清理按钮及其周边器件；④复位弹簧失灵，使触头接触不良，这时应考虑更换弹簧或直接更换按钮；⑤胶木烧焦导致短路，这时只能更换新的按钮来处理。

(3) 按下停止按钮，再按启动按钮，被控制的其他低压电器不动作。出现上述情况的原因及解决方案是：①被控制的低压电器自身有故障，这时应检查被控制的低压电器是否存在故障；②停止按钮的复位弹簧损坏，这时只更换复位弹簧即可；③按钮接触不良，这时只要认真清理按钮触头使之保持洁净即可，不需要更换新的按钮。

(4) 触头类型接错。出现上述情况主要原因是对按钮的符号及工作情况不熟悉，致使

接按钮时常开按钮和常闭按钮分不清楚,启动按钮接成常闭触头,停止按钮接成常开触头,导致电路按钮不能正常工作,另一个原因是操作者粗心马虎造成的失误。

综上所述,控制按钮的故障主要出现在触头(接触不良和复位弹簧失效)和接线出错两种情况,相关技术人员要根据实际情况进行处理。

1.3.3 行程开关故障分析

行程开关又称位置开关或限位开关,主要用于检测机械运动的位置,发出命令以控制运动方向或行程长短,是利用生产机械某些运动部件上的挡铁碰撞其滚轮使触头动作来切换电路的,将运动部件的位置或行程信号变换成电信号,实现相应的控制功能。

1. 行程开关的表示符号

行程开关由机械部分和电气部分两部分组成,其中电气部分由常开触头和常闭触头组成,其表示符号如图1.7所示。

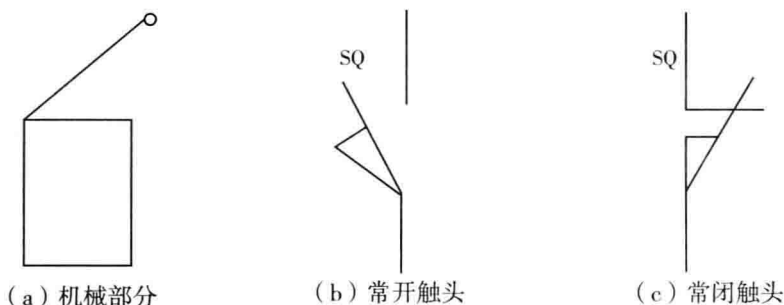


图1.7 行程开关的表示符号

2. 行程开关在电路中的工作情况分析

当生产机械上的挡铁碰撞其机械部分时,电路中的常开触头闭合,常闭触头断开,当复位时,常开触头断开,常闭触头闭合。

注意:结构型式中的复位方式有自动复位和非自动复位两种。自动复位式是依靠本身的恢复弹簧来复原;非自动复位式是在U形的结构摆杆上装有两个滚轮,当撞块通过其中的一个滚轮时,摆杆转过一定的角度,使开关动作。撞块离开滚轮后,摆杆并不能自动复位,直到撞块在返回行程中再撞及另一滚轮,摆杆才回到原始位置,使开关复位。这种开关由于具有“记忆”曾被压动过的特性,因此在某些情况下可使控制电路简化,而且根据不同需要,行程开关的两个滚轮可以布置在同一个平面内或分别布置在两个平行平面内。

3. 行程开关故障分析

行程开关的常见故障主要有以下几个方面。

(1) 挡铁部分碰撞行程开关的机械部分,触头不动作。出现上述情况的原因及解决方案是:①行程开关机械部分位置安装不当,这时调整行程开关到合适位置即可;②触头接触,这时应采取清洗触头的方法;③触头的连接线头脱落,这时应紧固触头连接线头。

(2) 行程开关复位后,常闭触头不能复位闭合。出现上述情况的原因及解决方案是:①触杆被杂物卡住了,这时将卡住触杆的杂物清除即可;②动触头脱落,这时应重新调整动触头;③复位弹簧弹力减小或被卡住,这时采取的措施为更换复位弹簧或清理杂物;④触头偏斜,这时调整触头到正确的位置即可。

(3) 杠杆偏转后触头没有动作。出现上述情况的原因及解决方案是:①行程开关机械

部分安装的位置有些偏低,这时应将行程开关调整到合适的位置;②行程开关机械部分卡阻,这时应将行程开关的后盖打开进行清理。

综上所述,行程开关的故障主要出现在机械部分安装位置不当和有杂物卡阻、电气触头接触不好和连接线头脱落等情况,相关技术人员要根据实际情况进行处理。

1.3.4 接近开关故障分析

为了克服有触点行程开关可靠性较差,使用寿命短和操作频率低的缺点,采用了无触点式行程开关,也叫电子接近开关。目前晶体管无电子接近开关正获得越来越多的应用。

晶体管接近开关的作用是在接近金属体时就动作、它在机床及其他设备中作无接触、无压力的行程监测的控制之用。在行程控制、定位控制以及各种安全保护控制等方面有广泛的应用。

1. 接近开关的表示符号

接近开关由常开触头和常闭触头组成,其表示符号如图 1.8 所示。

2. 接近开关在电路中的工作情况分析

当物体接近感应面时,电路中的常开触头闭合,常闭触头断开,当复位时,常开触头断开,常闭触头闭合。

3. 接近开关故障分析

晶体管接近开关的常见故障有:①振荡线圈与线路板断路,使用中出现恒工作现象(主要是振荡电路停振);②在后级电路或执行电气(小继电器)上常常出现故障点;③接近开关有损伤,被检测体因摩擦及碰撞对接近开关造成损伤;④接近开关被损坏,可能是用手拉拽接近开关引线损坏了接近开关;⑤受温度和电压的影响,接近开关的灵敏度减弱。

下面针对不同类型的接近开关进行故障分析。

(1) 有触头式晶体管接近开关。

故障可能是合压继电器有电压输出或者电磁计数器漏计数引起的。出现上述故障原因及解决方案是:

1) 线路中有虚焊的地方。将其拆下后检查寻找线路板上各引线及各元器件的焊点是否正常。

2) 小继电器有问题。如果将接近开关拆下后检查发现线路板上各引线及各元器件的焊点均良好,通电试机,短时间内用铁片反复遮挡接近开关,其触头通、断都正常;但一定时间后即出现不正常现象,即拿掉铁片后仍有输出,用万用表直流电压档测得小继电器线圈的两端无电压,说明是其内部的触点发生粘连(晃动一下接近开关,即可听到内部触点断开的声音,同时用电笔测其输出端已没有电压)。因小继电器是黏结在机盒里的,可用尖嘴钳夹住其引脚拔出并更新;有的黏结过牢,可充分利用其内部空间,将新旧 2 只小继电器用万能胶黏结在一起,并将引线转接到新的小继电器上,用新的小继电器代替旧的使用即可。

(2) 无触点式晶体管接近开关。

对其分析故障及提出解决方案如下:

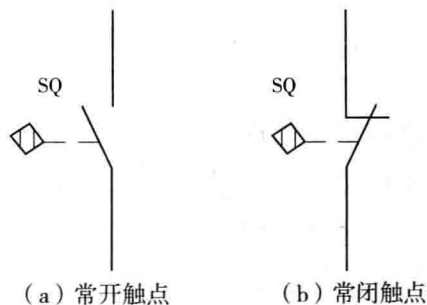


图 1.8 接近开关的表示符号

1) 晶体管接近开关工作（用电笔测输出端总有电），虽能“合压”，但计数器无法计数（因计数器需要开关信号才能计数）。

根据以上总结的两点经验打开接近开关后检查发现，振荡线圈中有2根引线已折断，根据它的原理图及元件位置图将其重新焊接复位，通电试机发现未用铁片遮挡输出端仍然有220V输出，说明问题可能出在可控硅电路上。

用万用表直流电压档测得可控硅阳、阴两极间无电压（属完全导通后无电压），测控制极和阴极间也无电压，说明可控硅是在控制极上无触发电压的情况下导通的，极有可能内部已被击穿。断电后，用电烙铁焊下，以万用表测量电阻，确实是阳、阴两极已击穿。换用新的可控硅后试机，未用铁片遮挡，无输出；用铁片遮挡，有输出，说明晶体管接近开关恢复正常。

2) 有合压，但计数器工作一段时间后不计数；关掉后过一段时间再开又恢复计数。

开机后能合压，且开机一段时间后计数器才失灵（不计数），多为接近开关中有元件热稳定性不良（也可能是线路中有接触不良现象）所致。断电后，拆下接近开关检查，里面振荡线圈的引线全都焊接良好，那么问题就应出在可控硅或其前级控制电路上。

通电试机，待其工作一段时间并出现故障后，用万用表直流电压档测得可控硅控制极与阴极间有触发电压（可控硅因此而导通），再测其前级BG3管的基极和发射极间电压，仅为0.06V（导通应为0.7V），不足以使该管导通并给可控硅控制极送去触发电压，说明该管的集电极间已经击穿，属热稳定性不良（通电加热后内部漏电流逐步加大至完全导通而失去开关作用）。为减少该管的故障率，应更换功率稍大的管，故障即可排除。

有触点式晶体管接近开关也会出现恒工作现象，经查也是给小继电器提供输出功率的小功率管击穿所致。改用中功率管后问题解决。

3) 在正常工作中，计数器不计数。

首先判断是晶体管接近开关不能给出正常的开、关信号所致（因计数器本身很少出故障）。断电后，将该接近开关拆下来通电检测，不用铁片遮挡，用万用表交流电压档测其有180V电压输出，正常应为0V；用铁片遮挡，则有正常220V电压输出。这说明两个问题：①该开关控制电路是好的，否则用不用铁片遮挡其输出值会一样；②可判断问题是主电路有漏电现象。

断电后，打开该接近开关检查，其内部所有连线点及各元件管脚的焊点均良好。焊下认为容易损坏的可控硅，用万用表电阻档测其3个引脚相互间的阻值均正常，将其重新焊好；再焊下与可控硅并联的整流电路的4个二极管，用万用表电阻档分别测它们的正、反向电阻均正常，且用RX10K档（内存9V电池）测它们的反向电阻也均无穷大，并没有发现问题。为了减少焊上去试机不行又拆下来检修的麻烦，决定再分别对这4个二极管通以工作电压（220V）进行检测，方法是：先找1个二极管，再将待测的4个二极管分别与之反向串接，在其一端通入220V电压的火线，然后用万用表交流电压档测其另一端与零电位之间有无电压输出，即是否有漏电判断其是否合格。经逐个检测后，查出确有2个二极管有程度不同的漏电反应（用万用表测有电压输出）。经换用新的二极管并经上述方法检测后故障即可排除。此方法还可用于对一般整流二极管、可控硅和桥堆等的耐压试验。

综上所述，接近开关的故障主要出现在电子开关器件中，相关技术人员要根据实际情

况进行处理。

1.3.5 万能转换开关故障分析

万能转换开关是一种多档式、控制多回路的主令电器，一般可作为多种配电装置的远距离控制开关，也可作为电压表、电流表的换相开关，还可作为小容量电动机的启动、制动、调速及正反转转换的控制开关。其触头挡数多、换接线路多、用途广泛，故有“万能”之称。

1. 万能转换开关的表示符号

万能转换开关表示符号如图 1.9 所示。在触头的下方与虚线相交位置有黑色圆点表示在对应操作位置时触头接通，没涂黑色圆点表示在该操作位置不接通。列表表示法中的“×”表示触头接通。

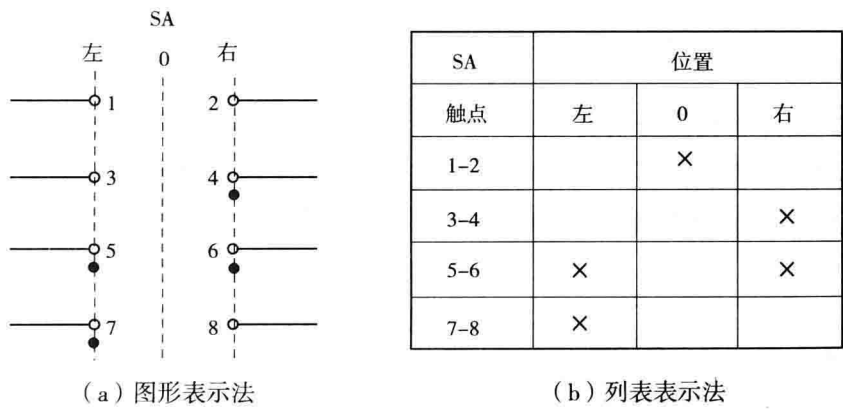


图 1.9 接近开关的表示符号

2. 万能转换开关在电路中的工作情况分析

触头的分断与闭合是由凸轮进行控制的，由于每层凸轮可做成不同的形状，因此当用手柄将开关转到不同位置时，通过凸轮的作用，可以使各对触头按需要的规律接通和分断，以适应不同的线路需要。

3. 万能转换开关故障分析

万能转换开关的常见故障有以下几个方面。

- (1) 触头过热或烧毁。出现上述情况的原因及解决方案是：①电路电流过大，这时应选用较大容量的万能转换开关；②触头压力不足，这时应调整或更换触头弹簧；③触头表面有油污，这时应清洗触头；④触头超行程过大，这时应更换新的触头。
- (2) 手柄转动不良。出现上述情况的原因及解决方案是：①定位机构损坏，这时应修理或更换定位机构；②手柄滑磁，这样应拆下手柄重新安装；③静触头的固定螺钉松脱，这时应紧固触头的螺钉；④凸轮等机械受杂物卡阻，这时应清除杂物。

1.3.6 主令控制器故障分析

主令控制器又称主令开关，主要用于电气传动装置中，按一定顺序分合触头可以达到发布命令或控制其他线路联锁和转换的目的。

主令控制器按结构形式可分为凸轮调整式和凸轮非调整式两种。它操作比较轻便，每小时允许通电次数较多。