

常用电气设备 故障速查手册

CHANGYONG
DIANQISHEBEIGUZHANG
SUCHASHOUCE

黄北刚 主编



辽宁科学技术出版社

常用电气设备 故障速查手册

黄北刚 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

常用电气设备故障速查手册 / 黄北刚主编. — 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2009.8

ISBN 978-7-5381-5385-9

I. 常… II. 黄… III. ①电气设备—故障诊断—技术手册 ②电气设备—故障修复—技术手册 IV. TM07-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 127649 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳全成广告印务有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 184mm × 260mm

印 张: 19.5

字 数: 450 千字

印 数: 1~4000

出版时间: 2009 年 8 月第 1 版

印刷时间: 2009 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 李 雪

书 号: ISBN 978-7-5381-5385-9

定 价: 35.00 元

编辑部电话: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502

E-mail: lnkjc@126.com

http://www.lnkj.com.cn

本书网址: www.lnkj.cn/uri.sh/5385

内容提要

本书简要地介绍了厂矿企业常用电气设备的型号、用途、原理及相关的技术数据、选择方法和基本接线，详细介绍了常用控制电路的工作原理，常见故障的现象、原因、处理方法与经验。全书内容丰富，图文并茂、由浅入深、通俗易懂、突出了实用性，是一本供具有初中以上文化水平的厂矿中级电工以及电工技术人员和业余爱好者的自学读本，也可作为电工岗位技能培训教材。

前 言

认识电气设备的外貌，了解其结构、动作原理，是理解控制电路工作原理的基础。掌握电气设备的型号、规格、用途，对于正确地选择电气设备及其能否安全可靠地运行极为重要。

厂矿中的电气设备和元器件在使用环境中受到酸、碱、瓦斯、油等气体、液体的腐蚀，将导致生锈、转轴锈死、腐烂、磨损；错接、错用、绝缘导线浸泡在油水中或长时间处在满负荷运行中，引起发热，绝缘老化、破裂，将导致相间短路、崩烧、接地、断线等；此外，电工违章作业、误拉、误合、带负荷拉刀闸等人为因素，也会造成电气设备的故障或事故。

电气故障或事故不仅损坏电气设备，严重时还会使整个生产装置停运或变电所停电，造成经济损失，甚至危及人身安全。

为满足初中级电工学习技术的需要，将常见的电气设备故障现象、原因、处理方法及一些电气设备的结构和基本接线等实际工作经验加以整理，编写了《常用电气设备故障速查手册》。这是一本集设备结构、工作原理、基本接线、常见故障处理于一体的综合类工具书。

通过阅读本书，能够使您在了解电气设备性能、用途与安装、故障处理技能方面有很大的提高，会为今后的工作起到有益的帮助。

本书由黄北刚主编，陈丽凤、于新华、董志文副主编，张勇、王晓辉、姚惠、段树成、曹辉编写了部分章节，韩光辉、祝传海、李庆海、李忠仁、贾永付、黄义峰、刘涛、鲍晓峰、杜敏、姚琴、姚珍、姚绪、黄义曼、刘世宏等进行了文字录入、绘图等方面的工作，许多同行也给予了热情的支持和帮助，并提出许多宝贵意见，许多生产厂家提供了相关的产品资料，在此一并表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中难免有纰漏甚至错误之处，恳请读者批评指正。

黄北刚

目 录

前 言

第一章 电动机通用的控制电路 1

第一节 最简单的电动机控制电路与故障 1

第二节 电动机基本控制电路工作原理与故障处理 4

第三节 多处操作的电动机控制电路与故障 17

第二章 交流接触器与基本控制电路

第一节 CJ20 系列交流接触器 37

第二节 MYC10 系列交流接触器 43

第三节 CJ12 (WCJ12) 系列交流接触器 44

第四节 NC8 系列交流接触器 49

第五节 CJ24 系列交流接触器 51

第六节 CJ40 系列交流接触器 53

第七节 CJX2-d (LC1-D) 系列交流接触器 56

第八节 CJT1 系列交流接触器 57

第三章 星三角、频敏降压启动控制电路 60

第一节 星三角降压启动的压缩机控制电路 60

第二节 采用频敏变阻器启动的电动机控制电路 74

第四章 自耦减压启动的电动机控制电路与故障处理 84

第一节 手动控制的自耦减压启动控制电路 84

第二节 采用三台接触器的自耦减压启动控制电路 87

第三节 自动控制的自耦减压启动控制电路 91

第四节 手动与自动控制的自耦变压器降压启动的控制电路 96

第五节 冷冻压缩机控制电路实例 116

第五章 降压启动用频敏变阻器与自耦变压器 124

第一节 频敏变阻器 124

第二节 电动机减压启动用自耦变压器 125

第六章 配电线路常用的电气仪表	130
第一节 电流表与电压表	130
第二节 单相有功电度表及其接线	132
第三节 三相三线（四线）电度表及其接线	133
第七章 操作指令检测行程限位用器件	136
第一节 控制按钮	136
第二节 限位开关与行程开关	140
第三节 超速开关	152
第八章 按顺序操作的电动机控制电路与故障	154
第一节 皮带运输机的控制电路	154
第二节 按顺序操作的引风机和鼓风机控制电路	162
第九章 润滑油泵电动机控制电路	181
第一节 油泵与主机主轴直连方式	181
第二节 中型压缩机润滑油泵控制电路	186
第三节 大型压缩机润滑油供给系统与控制电路	190
第四节 没有控制按钮开关的辅助润滑油泵控制电路	194
第十章 按生产需要进行启动的电动机控制电路	196
第一节 电动机延时自启动控制电路	196
第二节 相互备用的电动机控制电路	203
第三节 备用电源自动投入控制电路	209
第四节 备用泵（电动机）自动投入控制电路	214
第十一章 三相交流电动机正反转控制电路	216
第一节 接触器按钮触点分别制约的电动机正反转控制电路	216
第二节 按钮触点联锁相互制约的电动机正反转控制电路	218
第三节 加有状态信号指示的电动机正反转控制电路	220
第四节 加有电磁制动器的电动机正反转控制电路	223
第五节 带点动与接触器触点相互制约的电动机正反转控制电路	225
第六节 双重联锁相互制约的正反转控制电路	226
第七节 一组控制按钮操作的电动机正反转电路	233
第八节 自动往返的电动机正反转控制电路	235
第九节 按时间自动往返的电动机正反转控制电路	238

第十节 碰限位自停不返回的电动机正反转控制电路	245
第十一节 一个方向按时间自动返回的电动机正反转控制电路	248
第十二节 两处可操作的电动机正反转控制电路	250
第十二章 电动阀门控制电路	253
第一节 开关阀各有电源接触器的电动阀门控制电路	253
第二节 与主机联锁的电动阀门控制电路	256
第三节 两处可操作的电动阀门控制电路	259
第四节 双重保护的电动阀门控制电路	261
第五节 多重保护的电动阀门控制电路	264
第六节 阀门总电源与各电动阀主电路	267
第十三章 微电脑定时开关	272
第一节 TB-10 型微电脑定时开关 (光控、雨控)	272
第二节 KG316T 微电脑时控开关	275
第三节 TS510-C 型自动定时开关	278
第十四章 低压变配电所与馈出回路	287
第一节 系统图和运行操作要点	287
第二节 低压变电所	287
第三节 低压配电所	295
第四节 低压变配电所送停电倒闸操作	297
第五节 电动机回路开关排列与操作	300

第一章 电动机通用的控制电路

电气故障或事故不仅损坏电气设备，严重时还会使整个变电所停电，生产停产，造成重大的经济损失，甚至危及人身安全。

电气设备发生故障时，运行维护电工要根据生产设备操作人员反映的异常声音、振动、气味、温度、变色、转速或继电保护装置动作等情况，分析、判断故障发生的原因。某些表面看不出来的不明显的故障，应当使用检测仪器，根据测得的数据进行分析判断，找出原因，查出故障点，予以排除，保证生产的顺利进行。本章主要介绍通用的电动机控制电路工作原理与常见故障的位置和处理方法。

第一节 最简单的电动机控制电路与故障

采用转换开关来直接控制电动机是最简单的控制方法，主电路设备有转换开关 QC、熔断器 FU、电动机 M。

一、电动机的启动与停止

主电路中有熔断器三只，熔断体的额定电流按电动机额定电流的 2~2.5 倍选择，用来作为电动机过载、短路保护。通过操作转换开关内触点的接通或断开，来控制电动机的启动与停止。控制电路如图 1-1 所示。合上转换开关 QC，电动机 M 得电启动运转。断开转换开关 QC，电动机 M 断电停止运转。

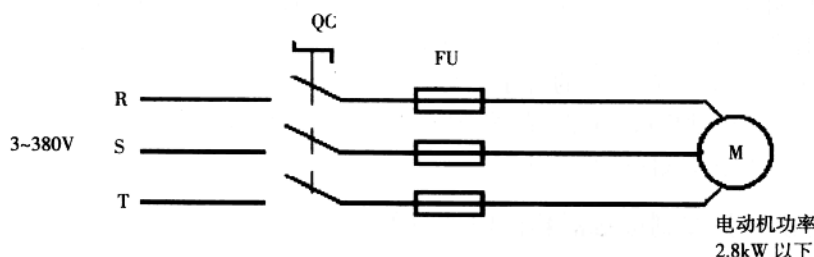


图 1-1 转换开关控制的电动机

二、常见故障的位置与处理方法

1. 合上转换开关后，电动机不能启动，并发出“嗡嗡”的声音

故障点：主回路熔断器熔断一相。查出电缆的中间接头有一相断线，用 500V 兆欧表检测电动机三相绕组的对地绝缘，200MΩ，绝缘合格。将断线接好，更换新的熔断器后，合上转换开关，电动机启动运转。

2. 合上转换开关后,电动机不启动,也没有声音

用验电笔检测主回路, R、S 相下的熔断器 FU 下侧没有电, 说明熔断器熔断; T 相熔断器下侧有电, 说明 T 相熔断器没有熔断。用兆欧表检测电动机绕组的对地绝缘, 为零值。

在电动机前闻到绕组烧焦的糊味。电动机机体很热, 说明电动机绕组已烧毁。打开电动机接线盒后, 看到出线 T 相端子与电缆连接处过热烧断, 电动机单相运转, 绕组烧毁形成接地, 两相熔断器熔断。

如果采用开启式负荷开关 (一般称为胶盖闸刀) 直接控制电动机, 控制电路图与图 1-1 基本相同。

胶盖闸刀如图 1-2 所示, 其全部导电零件 (包括熔丝) 安装在一块瓷底板上, 相间用绝缘胶木盖隔开 (防止合闸和分闸产生的弧光, 造成短路) 能防止带电体裸露, 避免人身触电。HH3 系列负荷开关适用于交流 50Hz, 额定工作电压 380V, 额定工作电流 200A 的电路中, 手动不频繁地接通与分断, 有负载短路保护的作用。

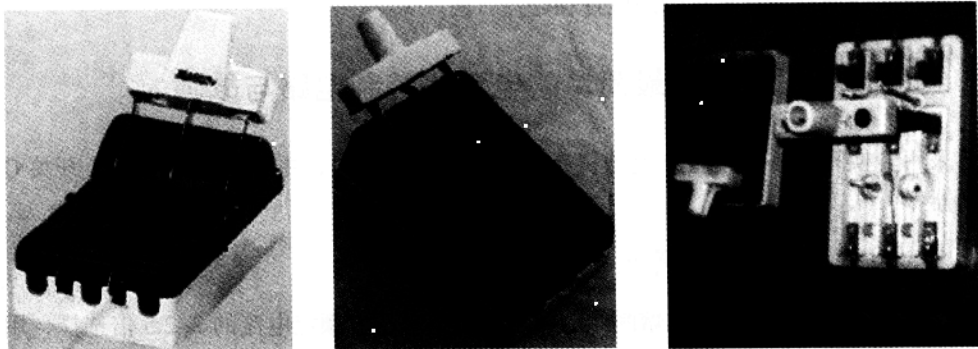


图 1-2 胶盖闸刀 (开启式负荷开关)

额定电流 60A 以下的开启式负荷开关, 在电力线路中可作为一般照明、电热、小水泵等回路的控制开关; 在建筑施工现场作为施工机械, 如电焊机、卷扬提升机、振动机、切断机等控制电源, 也可用作分支线路的配电开关。安装在户外时, 要有防雨措施。适当降低三极开启式负荷开关的容量, 可以直接手动不频繁地控制小型电动机 (如 380V、4.5kW 以下电动机), 电路中的熔断器 (也称保险丝, 断后可随时更换, 但必须先排除故障点) 起短路过载保护的作用。

三、转换开关控制接触器启停电动机的控制电路 (图 1-3)

1. 电动机的启动与停止

合上转换开关 QC (触点接通), 电源 R 相→控制回路熔断器 FU→1 号线→转换开关 QC 闭合的触点→3 号线→交流接触器 KM 线圈→4 号线→热继电器 EH 的常闭触点→2 号线→电源 N 极, 电路接通, 接触器 KM 线圈获电动作。接触器 KM 三个主触点同时闭合, 电动机 M 绕组获得按 R、S、T 排列的三相 380V 交流电源, 电动机启动运转。

断开转换开关 QC (内部触点断开), 交流接触器 KM 线圈断电释放, 三个主触点同时断开, 电动机绕组脱离三相 380V 交流电源, 停止转动, 所驱动的机械设备停止工作。

2. 启动时容易发生的故障与处理

合上转换开关 QC 后, 接触器 KM 不动作, 电动机不启动, 图 1-3 中圆圈内数字所标示的位置可能是故障点。故障点一般不会同时出现。

电动机 M 不启动时, 用验电笔按断路器 QF 上侧→断路器 QF 下侧→控制回路熔断器 FU 上侧→控制回路熔断器 FU 下侧→控制电缆的顺序检测。

(1) 合上空气断路器 QF, 它的动触点接触不良或触点未接通时 (图 1-3 中①所指的三个位置), 下面的控制电源 R 没有电, 用验电笔检测确实无电, 断开断路 QF, 打开空气断路器外壳, 检查空气断路器内部主触点并处理。

(2) 用验电笔检测, 控制回路熔断器 FU 上侧有电、下侧无电 (图 1-3 中⑦所指的位置), 说明控制回路熔断器 FU 内的熔丝熔断, 应更换新的保险管, 熔丝规格为 1~2A。

(3) 控制回路熔断器 FU 下侧有电, 去转换开关 QC 控制电缆有电, 打开转换开关 QC 外盖, 检查转换开关 QC 的两侧接线端子有无断线 (图 1-3 中④所指的位置或⑧所指的位置断线), 将断线重新接上。没有断线时, 用验电笔检测转换开关 QC (合位时) 另一侧 (3 号线) 确实无电, 说明转换开关 QC 内部触点 (图 1-3 中⑤所指的位置) 接触不上或烧断, 应更换转换开关 QC。

(4) 工作零线 2 号线 (N) 断线 (图 1-3 中⑥所指的位置)。

(5) 图 1-3 中⑨所指的位置, 热继电器 EH 动作后未复位或常闭触点接触不良。

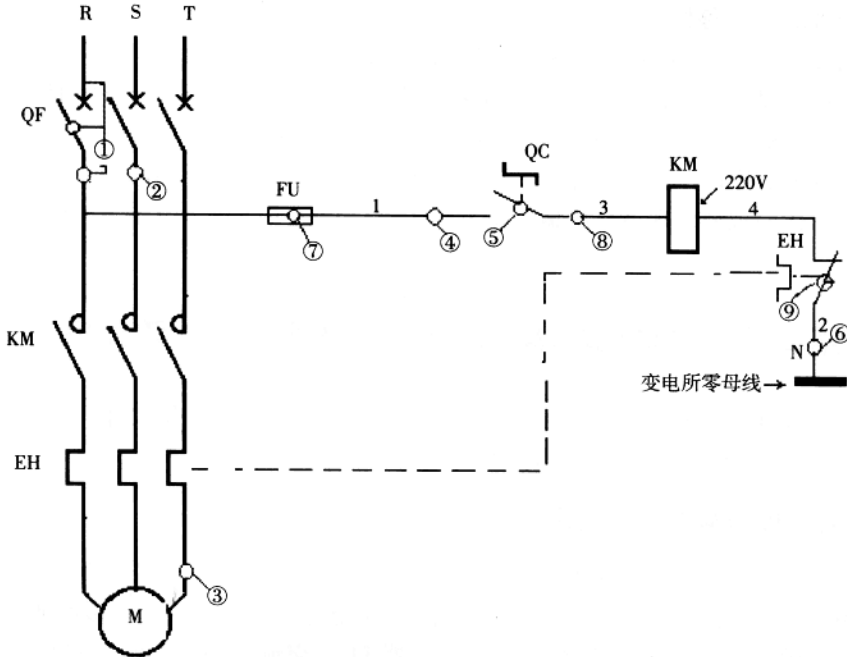


图 1-3 转换开关控制的电动机电路

3. 启动后容易发生的故障与处理

电动机运转一会儿, 热继电器 EH 动作, 它的常闭触点 (图 1-3 中⑨所指的位置) 断开, 切断接触器的控制电路、接触器 KM 断电释放、主触点断开、电动机断电, 停止

运转。

可能的故障点如下。

(1) 空气断路器 QF (S 相) 负荷侧端子连接处 (图 1-3 中②所指的位置) 过热氧化, 造成接触不良或烧断。可以直接看到故障点, 停电进行处理。

(2) 电动机三相绕组 (T 相) 出线端子与电缆连接处过热烧断 (图 1-3 中③所指的位置)。

上述两故障点造成电动机绕组缺相 (单相) 运行, 主回路中的热继电器 EH 动作, 常闭触点 EH 断开, 接触器 KM 线圈断电释放, 电动机停止转动。

热继电器 EH 动作后, 一般按下列的顺序进行检查处理。

用 500V 的兆欧表在接触器 KM 下侧, 分别检测去电动机的三相电缆, R 相→S 相为 0、R 相→T 相为无穷大、S 相→T 相为无穷大, 说明电缆或电动机绕组 T 相断线, 这时, 应打开电动机接线盒进行检查, 电动机出线接头良好时, 用 500V 兆欧表进行检测, 三相为零值, 说明电动机绕组是好的, 否则为电动机绕组中有断线。

如果电动机绕组是好的, 就要检测三相电缆中有无断线, 方法是将接触器 KM 下侧三相用 1A 的保险丝短接, 将电动机接线盒内的电缆拆下来, 用兆欧表进行检测, 两相为零值, 一相为无穷大, 说明电缆内有一相断线, 若是中间接头处断, 可接上, 没有接头的应更换电缆。

4. 电动机过负荷停机

电动机过负荷时, 主回路中的热继电器 EH 动作, 热继电器 EH 的常闭触点断开, 切断接触器 KM 线圈控制电路, 接触器线圈断电释放, 接触器的三个主触点同时断开, 电动机绕组脱离三相 380V 交流电源, 停止转动, 所驱动的机械设备停止运行。

电动机过负荷停机原因、故障点见启动后容易发生的故障与处理部分。如果经过检查没有其中所述的现象, 那就是机械设备发生了部件损坏卡住机械设备, 而使电动机过负荷。

第二节 电动机基本控制电路工作原理与故障处理

能够满足对电动机进行启动与停止操作, 在故障情况下保护装置动作, 接触器断电释放, 电动机停止运转的控制电路, 称为电动机基本控制电路。

一、电动机基本控制电路之一

图 1-4 所示的是电动机通用的基本控制电路, 交流接触器 KM 线圈工作电压为交流 220V。图中的 N 表示是从变压器二次 (0.4kV) 绕组中性点引出的线, 称工作零线或中性线。

电路中的设备有三相低压断路器 QF、熔断器 FU、交流接触器 KM、热继电器 EH, 安装在配电盘上的电动机回路开关设备见图 1-5 (图中看不到热继电器)。停止按钮 SB1、启动按钮 SB2 安装在电动机前方便操作的地方, 见图 1-6。

按下启动按钮 SB2, 接触器 KM 得电动作, 电动机运转。松开启动按钮 SB2 后, 依靠接触器 KM 自身的常开触点 (闭合) 保持控制线路的接通, 来维持接触器的工作状态。

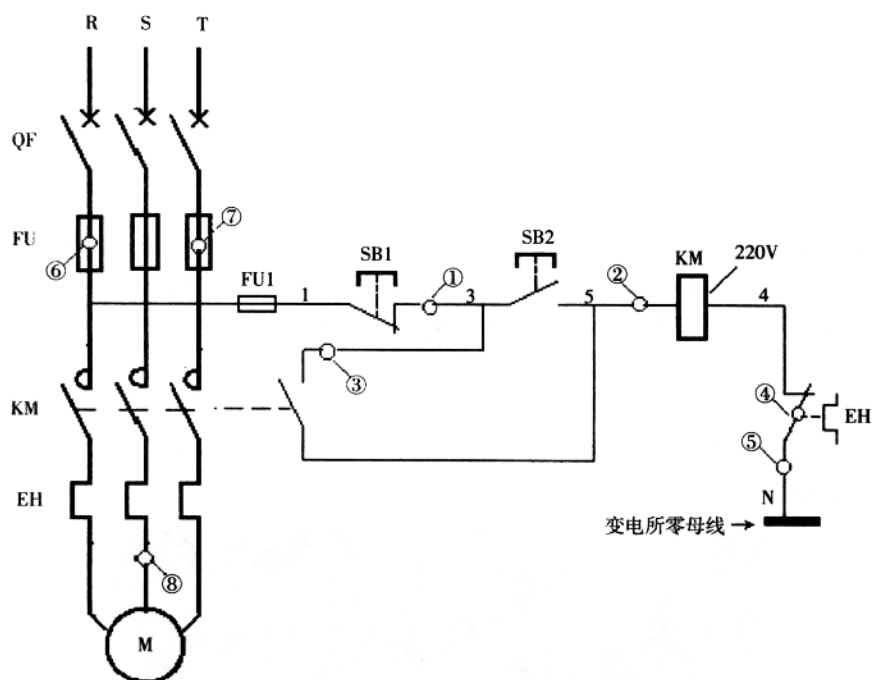


图 1-4 通用的电动机控制电路图之一（线圈工作电压交流 220V）



图 1-5 安装在配电盘上的电动机回路开关设备

1—三相闸刀开关 QS 2—母线 3—熔断器 FU 4—交流接触器 KM

1. 启动运转与停止

(1) 合上三相空气断路器 QF。

(2) 合上控制回路熔断器 FU1。

按下启动按钮 SB2，电源 R 相→控制回路熔断器 FU1→停止按钮 SB1 常闭触点→启动按钮 SB2 常开触点（按下时闭合）→接触器 KM 线圈→热继电器 EH 的常闭触点→电源 N 极，构成 220V 电路。

接触器 KM 线圈得到交流 220V 的工作电压动作，接触器 KM 常开触点闭合（将启动按钮 SB2 常开触点短接）自保，维持接触器 KM 的工作状态。接触器 KM 三个主触点同时闭合，电动机绕组获得按 R、S、T 相序排列的三相 380V 交流电源，启动运转，所驱动的机械设备运行。

按下停止按钮 SB1，常闭触点 SB1 断开，切断接触器 KM 线圈电路，接触器线圈断电释放，接触器三个主触点同时断开，电动机绕组脱离三相 380V 交流电源，停止转动，驱动的机械设备停止运行。

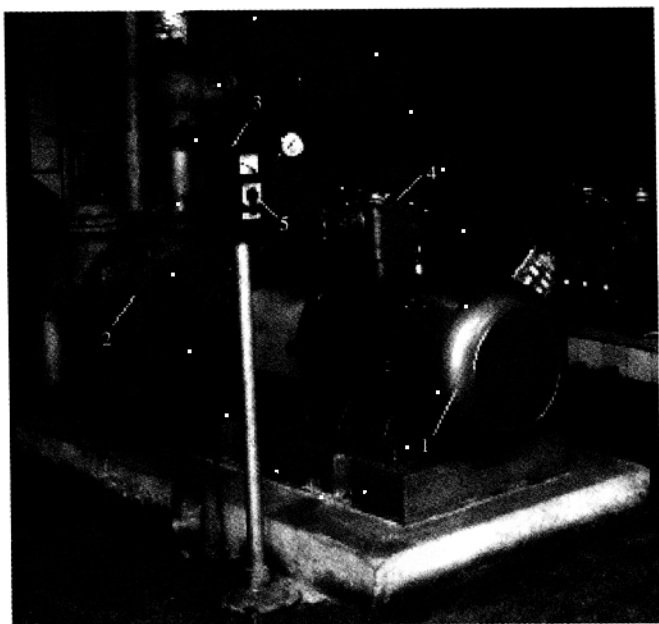


图 1-6 电动机的实际安装

1—电动机 2—成品油泵 3—电流表 4—接线盒 5—按钮开关

2. 常见故障现象与故障点

按下启动按钮 SB2，电动机不启动的故障点见图 1-4 中圆圈内数字所指的位置。

(1) 主电路中的 R 相熔断器 FU 熔断（图 1-4 中⑥所指的位置），控制电路没有控制电源，电动机不能启动。

(2) 如果故障点在停止按钮（图 1-4 中①所指的位置），则是停止按钮 SB1 常闭触点上的 3 号线断线或接触不良。按启动按钮 SB2，接触器 KM 不动作。

(3) 如果故障点在图 1-4 中②所指的位置，则为接触器 KM 线圈上的 5 号线断线，

按下启动按钮 SB2，接触器 KM 线圈上没有电，接触器 KM 不动作。

(4) 如果电动机过负荷时，热继电器 EH 动作后未按复位，热继电器 EH 常闭触点（图 1-4 中④所指的位置）处于断开状态。

(5) 控制回路中的 2 号线（工作零线 N）断线（图 1-4 中⑤所指的位置）。

上述故障用验电笔分别进行检测，就可以查出故障点，排除后就可以重新启动电动机。

(6) 主电路中的 T 相熔断器 FU（图 1-4 中⑦所指的位置）熔断或电动机绕组出线接头（图 1-5 中⑧所指的位置）烧断或虚连。按启动按钮 SB2，电动机有声音，微动一下，不能旋转。原因是电动机绕组缺相运行。如果运行过程中出现缺相的情况，则主回路中的热继电器 EH 动作，接触器 KM 线圈断电释放，电动机停止转动。

(7) 图 1-4 中③所指的位置，3 号线断线或线头从接触器 KM 常开触点上脱落，出现按启动按钮 SB2 时，电动机启动运转，手松开时电动机停的现象，这种现象就是接触器触点不能自锁（自保）的故障。

二、电动机基本控制电路之二

图 1-7 所示的厂矿生产设备通用的电动机控制电路，与图 1-4 通用的电动机控制电路相比较，回路中增加了表示电动机运行与停止状态的信号灯。

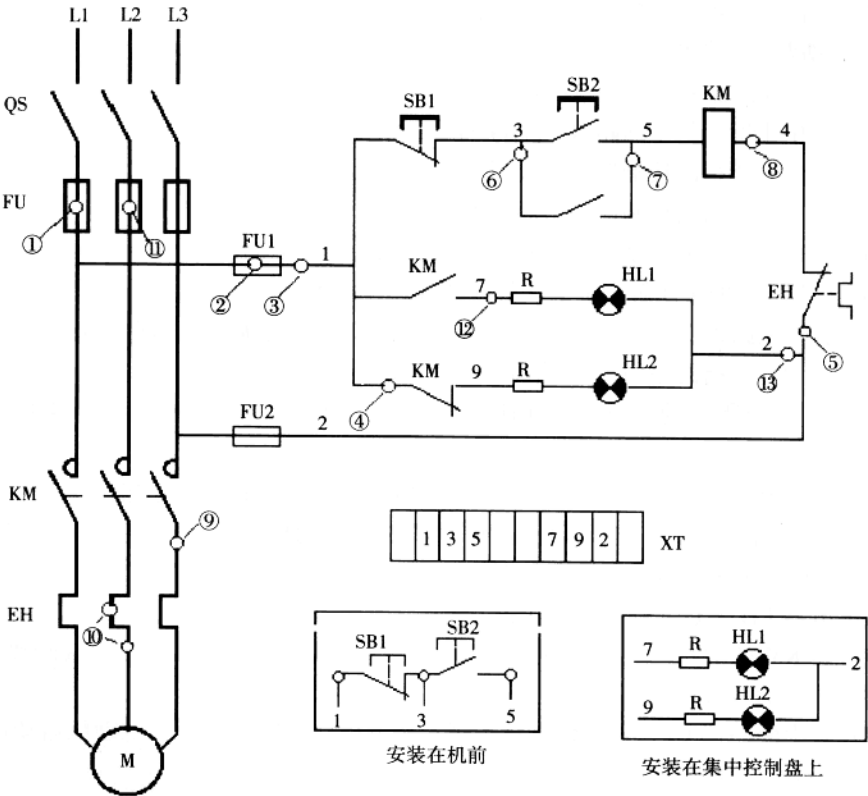


图 1-7 通用的电动机控制电路之二

1. 电路送电操作顺序

- (1) 合上主回路熔断器 FU (三只)。
- (2) 合上三相闸刀开关 QS。
- (3) 合上控制回路熔断器 FU1、FU2, 启动电动机。

2. 启动运转与停止

按下启动按钮 SB2, 电源 L1 相→控制回路熔断器 FU1→1 号线→停止按钮 SB1 常闭触点→3 号线→启动按钮 SB2 常开触点 (按下时闭合) →5 号线→接触器 KM 线圈→4 号线→热继电器 EH 的常闭触点→2 号线→控制回路熔断器 FU2→电源 L3 相。

电路接通, 接触器 KM 线圈获得 380V 电压动作, 常开触点 KM 闭合自保, 维持接触器 KM 的工作状态, 接触器 KM 三个主触点同时闭合, 电动机绕组获得 L1、L2、L3 三相 380V 交流电源, 启动运转, 所驱动的机械设备工作。接触器 KM 常开触点闭合→7 号线→红色信号灯 HL1 得电灯亮, 表示电动机处于运行状态。

按下停止按钮 SB1, 其常闭触点断开, 切断接触器 KM 线圈电路, 接触器 KM 线圈断电释放, 三个主触点同时断开, 电动机绕组脱离三相 380V 交流电源停止转动, 驱动的机械设备停止运行。

接触器 KM 的常闭触点复归接通状态→9 号线→绿色信号灯 HL2 得电灯亮, 表示电动机停运, 同时表示电动机处于热备用状态。

3. 启动时的故障现象及原因

- (1) 合上断路器 QF, 按下启动按钮 SB2 时, 电动机没有反应, 故障位置及原因如下:

图 1-7 中①所指的主回路 R 相熔断器 FU 熔断;

图 1-7 中⑧所指的接触器 KM 线圈一侧 4 号线断线;

图 1-7 中②所指的控制回路熔断器 FU1 熔断;

图 1-7 中③所指的控制回路熔断器 FU1 下面的端子上的线头 (1 号线) 断了;

热继电器 EH 的常闭触点上的 2 号线断线或接触不良, 在图 1-7 中⑤所指的位置。

- (2) 合上断路器 QF, 按下启动按钮 SB2 时, 电动机不能启动。故障位置及原因如下:

图 1-7 中⑪所指的主回路 L2 相熔断器 FU 熔断;

图 1-7 中⑩所指的热继电器 EH 发热元件 L2 相过热烧断或热继电器主接线端子烧断;

图 1-7 中⑨所指的接触器 KM 负荷侧 L3 相接端子严重过热或烧断。

- (3) 合上断路器 QF, 按下启动按钮 SB2 时, 电动机启动运转, 但手离开启动按钮 SB2 电动机就停下来。其故障原因如下:

热继电器 EH 发热元件严重老化;

接触器 KM 的常开触点与启动按钮 SB2 常开触点并联的 3 号线或 5 号线断线 (图 1-7 中⑥和⑦所指的位置)。

- (4) 合上断路器 QF, 停止信号灯不亮, 按下启动按钮 SB2 时, 电动机启动运转, 运转信号灯不亮。故障原因如下:

图 1-7 中④所指的接触器 KM 常闭触点 1 号线断线或常闭触点接触不良;

图 1-7 中⑫所指的接触器 KM 常开触点 7 号线断线或常开触点接触不良;

停止信号灯、运转信号灯均不亮，图 1-7 中⑬所指的 2 号线断线。
上述故障点在开关设备上的具体位置如图 1-8 所示。

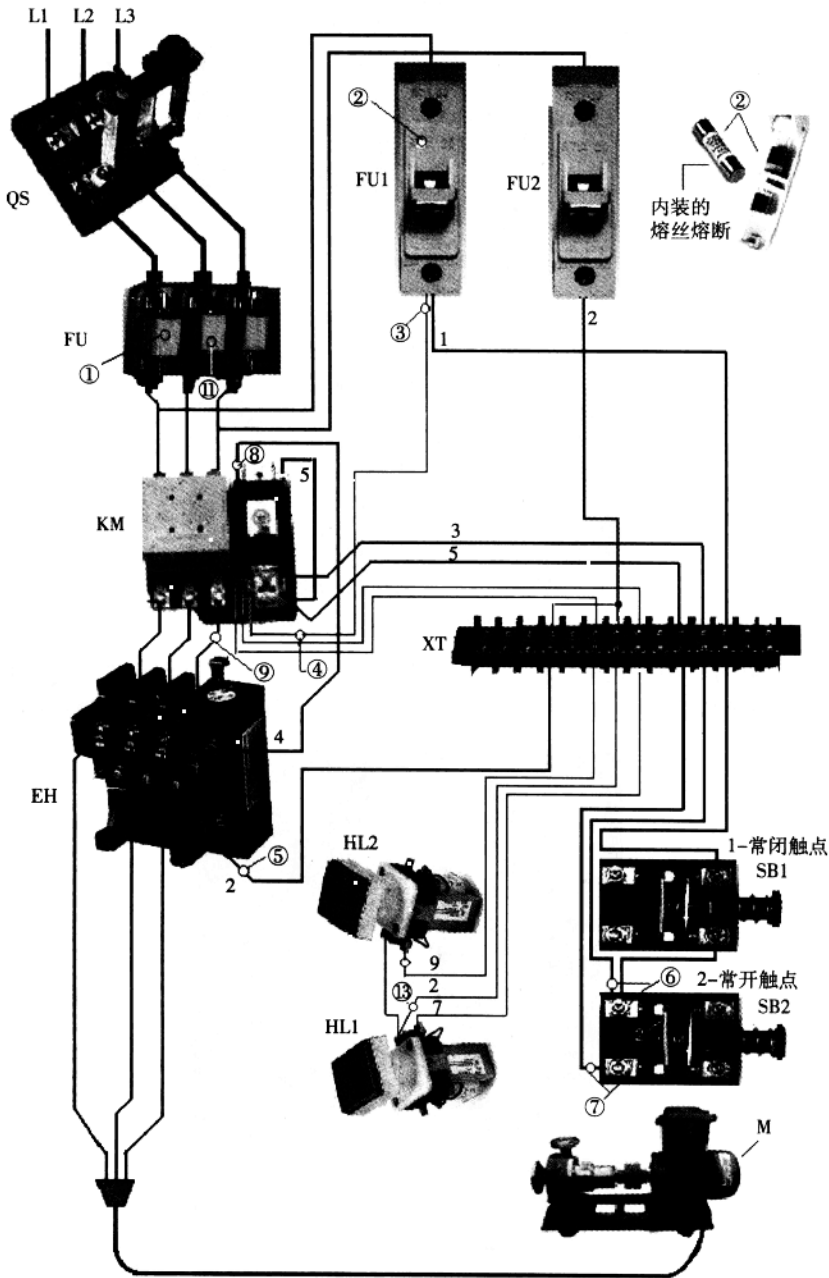


图 1-8 电动机线路故障点实际位置示意图

QS—三相闸刀 FU—主回路熔断器 FU1、FU2—控制回路熔断器 KM—接触器
EH—热继电器 SB1—停止按钮 SB2—启动按钮 XT—端子排 M—电动机与泵
HL1—红色信号灯 HL2—绿色信号灯 A—内装发热元件