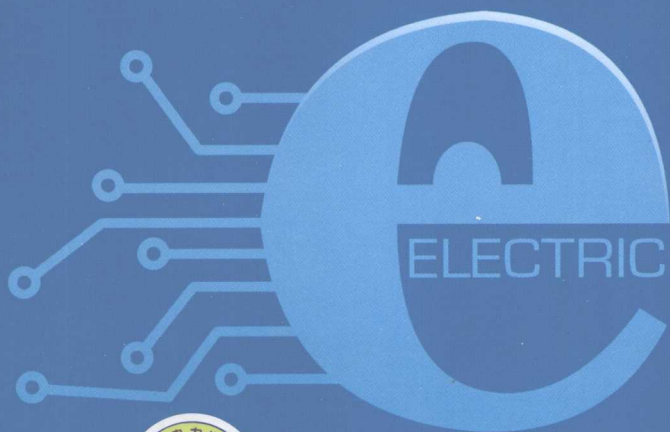


# 电气二次回路

应用

入门



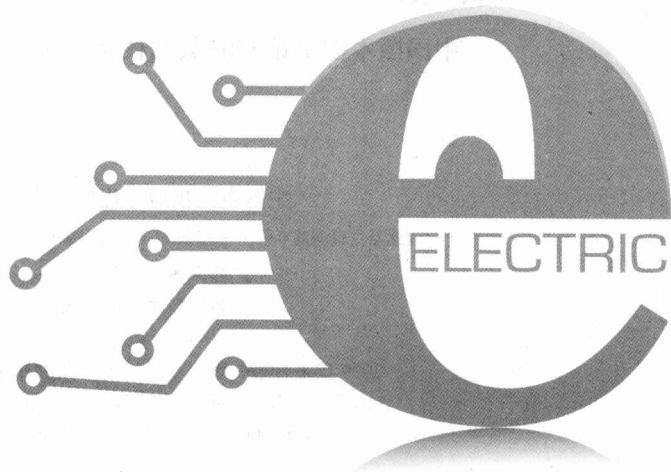
中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

程逢科 李公静 编著

# 电气二次回路

## 应用入门

■ 程逢科 李公静 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

## 内 容 提 要

本书为电气二次回路应用的入门读本，主要内容有：电气二次回路的基本概念；电气二次回路常用器材；电气图的图形与文字符号和回路标识；电气二次图的识图方法与绘制方法；电气二次回路的类型与应用范围；电气二次回路典型电路的分析；电动机的控制、保护、测量回路分析与应用；各类电气设备二次回路与机电设备电气控制电路的分析与应用等有关知识。

本书适于从事电气专业的技术人员、技术工人、社会电工及机电一体化专业的相关人员在工作中使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

电气二次回路应用入门/程逢科, 李公静编著. —北京: 中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-7779-7

I. 电… II. ①程…②李… III. 二次系统—基本知识 IV. TM645.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 127513 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 15.5 印张 263 千字

印数 0001—4000 册 定价 25.00 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 前 言

为了方便广大电气工作者学习和应用电气二次回路，我们编写了这本《电气二次回路应用入门》。

本书主要介绍了电气二次回路的基本概念；电气二次回路常用器材；电气图的图形与文字符号和回路标识；电气二次图的识图方法与绘制方法；电气二次回路的类型与应用范围；电气二次回路典型电路的分析；高低压电动机的控制、保护、测量回路分析与应用；各类电气设备二次回路与机电设备电气控制电路的分析与应用等有关知识。

本书内容丰富、图文结合，在编写过程中力求接近现场实际设备，以解决现场生产实际问题为宗旨，在电路分析、内容阐述、整体编排方面都比较新颖。

本书适于从事电气专业的技术人员、技术工人、社会电工及机电一体化专业的相关人员在工作中使用。

本书由程逢科和李公静编著，由于编者水平有限以及编写时间紧张，不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2008年9月

前言	1
第一章 电气二次回路的基本概念	1
第一节 电气一次回路与二次回路	1
第二节 电气二次回路的组成	7
第二章 电气二次回路常用器材	18
第一节 继电器与仪表	18
第二节 连接器材和低压电器	32
第三节 可编程控制器与微机设备	41
第四节 电源设备和变换设备	44
第五节 电气主设备上的二次元件	49
第六节 机械设备上的电气元件	51
第三章 电气二次图的识图	55
第一节 电气图的图形符号	55
第二节 电气图的文字符号和回路标号	61
第三节 电气二次图的类型	73
第四节 电气图的绘制和识图途径	81
第五节 电子元件二次图的识图	85
第四章 电气二次回路典型电路分析	88
第一节 电参数测量电路	88
第二节 逻辑控制电路	94
第三节 变换电路、调节电路和检流电路	107
第四节 电子电路	111

<b>第五章 电气二次回路的技术要求</b> .....	114
第一节 逻辑回路的技术要求.....	114
第二节 交流回路的技术要求.....	122
第三节 继电保护的技术要求.....	123
第四节 施工与接线的技术要求.....	125
第五节 设计与元件选择的技术要求.....	129
<b>第六章 电动机的二次回路</b> .....	133
第一节 电动机的起停控制.....	133
第二节 电动机的调速控制.....	148
第三节 电动机的保护与测量表计.....	154
第四节 微机电动机保护装置.....	160
<b>第七章 用电设备的控制电路</b> .....	165
第一节 机电元件构成的机床控制电路.....	165
第二节 可编程控制器构成的机床控制电路.....	173
第三节 加工设备的控制电路.....	178
第四节 家用电器的控制电路.....	191
<b>第八章 电力系统和工厂供电系统的电气二次回路</b> .....	196
第一节 供电线路的二次回路.....	196
第二节 配电变压器的二次回路.....	199
第三节 发电机的二次回路.....	203
第四节 电气系统的自动装置.....	206
第五节 其他保护和信号装置及 ECS 系统.....	218
第六节 电气二次回路的控制电源.....	227
<b>第九章 二次回路的运行维护与调试</b> .....	232
第一节 二次回路的运行维护.....	232
第二节 保护和二次回路的调试.....	234
第三节 二次回路常见故障与处理.....	239

## 电气二次回路的基本概念

### 第一节 电气一次回路与二次回路

在电气回路中，有一次回路和二次回路的提法，这是根据回路的功能和构成来划分的。

#### 一、电气一次回路

电气一次回路也称为一次系统或一次部分，或称为主回路、主电路。它是指一个电气系统中输送功率的电路。例如，发电机和与它连接的电气线路和设备，输电、供电、配电线路和与它们连接的变压器、断路器、隔离开关，以及与上述电路连接在一起的电流互感器的绕组和电压互感器的绕组（所以这部分绕组称为电流互感器和电压互感器的一次绕组）等。在生产实际中大量使用的各类电动机，也都需要电路给其输入电能来维持运转，这些输送电能的供电电路就称为主电路，这些电路的连接就构成了电气系统的一次回路。

#### 二、电气二次回路

电气二次回路又称为二次系统或二次部分，是相对于电气一次回路而言的。电气二次回路一般是指为保证主电路正常工作（例如为实现电动机的启动与停止而控制主电路的通断）而设置的除一次电路以外的所有电气回路。电气的二次系统即电气二次回路一般包括电气设备的以下部分：

##### 1. 控制电路

控制电路也称为控制回路，用于控制电气设备的启动和停止、投入和切除，控制电气元件的通电和断电，以及实现其他控制功能。

##### 2. 保护回路

指采用继电保护原理构成的保护电气设备的装置。其作用是在电气设备发生故障时切除故障以保护电气设备和防止扩大事故。

##### 3. 测量回路

通过电气测量表计或监察装置对运行中的各种高低压电气设备进行监视和测量，取得相关数据，供控制系统和操作人员判断和采取措施。

#### 4. 信号回路

信号回路的一个作用是在设备正常运行时发出正常显示信号；另一个作用是当运行的电气系统发生异常时，应能根据不同情况发出能真实反映设备异常的报警。

#### 5. 自动装置

也称为安全自动装置。其作用是在电气系统运行中根据预先的设定自动操作，或者通过人为调节与自动调节以改变设备的运行状态。例如，备用电源自动投入装置，发电机的同期并列装置、励磁调节装置等。在电力系统中，常常将保护装置和自动装置统称为电力系统继电保护和安全自动装置。

#### 6. 电源系统

指电气二次回路工作所需要的电源设施。

### 三、电气二次回路的定义和特点

#### 1. 电气二次回路的定义

相对于一次回路，二次回路包含的内容比较广泛，而且在不同的应用场合，包含的范围和所指的内容都不完全相同。在某些情况下，其回路的连接区分也不像一次回路那样清楚和明了。所以电气二次回路的定义也有广义与狭义之分。

(1) 广义的电气二次回路。广义的电气二次回路除包括电气设备的标准控制回路外，还包括继电保护装置及其回路、安全自动装置及其回路，以及测量仪表回路，也包括所有机电设备的电气控制系统电路等。

(2) 狭义的电气二次回路。狭义的电气二次回路只包括电气设备的控制回路及相关信号回路。如前所述，继电保护装置和自动装置本都属于电气二次回路，但在许多情况下，当二次回路的接线较复杂时（例如发电机和高压线路），往往只把操作断路器的回路和相关信号回路称作二次回路，把保护装置与自动装置另分为继电保护装置、安全自动装置。一般教科书和专业技术书也常将继电保护、自动装置、二次回路分别成书介绍。

#### 2. 电气二次回路的特点

虽然二次回路的电路可划分成多种类型，但是凡被称作电气二次回路或电气二次系统的电路，都应具有以下特点：

- (1) 都是为实现对主电路的控制、保护、监测、调节而设置的电路。
- (2) 相对于一次回路，二次回路本身不以直接输送电能为目的。
- (3) 二次回路的电压等级都不高。一般情况下，交流电压都不超过 380/



220V，直流电压都不超过 220V。

(4) 绝大多数情况下，二次回路与一次回路之间是相互独立的，没有电气上的连接。(只有在主电路与控制电路的电压等级都相同并且都是 380/220V 以下时，才有主电路与控制电路在电气上连接为为一体的情况。例如，中小型电动机的简单控制电路。)

#### 四、一次回路与二次回路的接线

电气一次回路和二次回路的划分可由图 1-1 所示的简单接线图来说明。整个电路包括主电路、交流二次回路、直流二次回路。

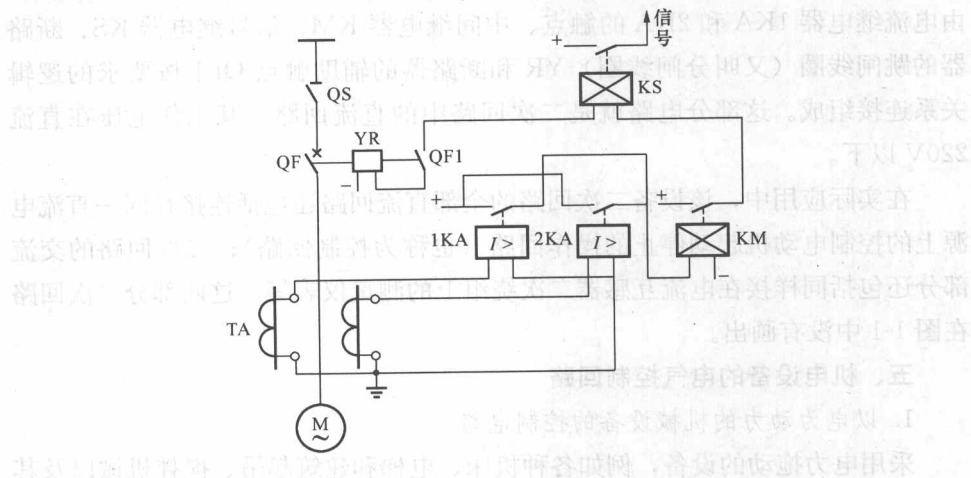


图 1-1 主电路与保护二次回路接线图

QS—高压隔离开关；QF—断路器；TA—电流互感器；1KA、2KA—电流继电器；KM—中间继电器；KS—信号继电器；QF1—断路器辅助触点；YR—断路器跳闸线圈

##### 1. 主电路

图 1-1 中主电路及一次回路由高压母线、高压隔离开关 QS、高压断路器 QF 的主触头、电流互感器 TA 的一次绕组、电动机以及把这些元件连接在一起的导线和电缆组成。

由于主电路和高压电动机（一般为 3~6kV）都属于高压电气系统，所以保护电动机过电流的继电器 1KA 和 2KA 不能直接连接在电动机的主电路中，而是在主电路的两相中（一般为第一相和第三相）分别接入了电流互感器 TA（共两个）的一次绕组。每个电流互感器的铁心上都绕有一次绕组和二次绕组，一次绕组与二次绕组之间没有电气的连接，只有磁的联系。

## 2. 二次回路的交流部分

流过电流继电器 1KA 和 2KA 的电流线圈分别与第一相和第三相电流互感器的二次绕组连接在一起,并各自形成完整的回路。这部分回路就是二次回路的交流部分即交流二次回路。

## 3. 二次回路的直流部分

为了实现在电流继电器线圈中流过的电流达到设定的数值时(例如达到 1.2 倍的电动机额定电流时)能使断路器 QF 跳闸切断电源,又设置了由直流电源(图中的+、-表示直流电源)供电的逻辑电路(即逻辑回路),该回路由电流继电器 1KA 和 2KA 的触点、中间继电器 KM、信号继电器 KS、断路器的跳闸线圈(又叫分闸线圈)YR 和断路器的辅助触点 QF1 按要求的逻辑关系连接组成。这部分电路就是二次回路中的直流回路。其工作电压在直流 220V 以下。

在实际应用中,该设备二次回路的全部直流回路还包括连接在同一直流电源上的控制电动机起动停止的操作回路(也称为控制回路);二次回路的交流部分还包括同样接在电流互感器二次绕组上的测量仪表等。这两部分二次回路在图 1-1 中没有画出。

## 五、机电设备的电气控制回路

### 1. 以电为动力的机械设备的控制电路

采用电力拖动的设备,例如各种机床、电梯和建筑起吊、搅拌机械以及其他旋转机械设备,可统称为机电设备,它们的电气设备和回路,基本上也可以按主电路和控制电路来划分。其控制电路的原理与独立的电气二次回路是基本相同的。所以我们将这两类设备的控制电路也作为电气二次回路来分析。但这类控制电路与标准的电气二次回路还是有区别的,主要有以下两点:

(1) 在标准的电气二次回路中,由于主电路大多是高压设备(对地电压大于 250V),所以主电路与控制电路都是隔离开的。而机电设备采用的一般都是 380/220V 电压的电动机,有些控制电路和主电路在电气上是允许连接在一起的。

(2) 由于机电设备的主电路与控制电路可以同时停电,所以一般机电设备不考虑当主电源消失或故障时仍能工作的独立控制电源。而标准电气二次回路则要保证控制电源在一次系统故障时仍能可靠工作。

### 2. 以液压和空气为动力的机械设备的控制电路

在以液压和空气为动力的自动机械设备上,例如各种液压传动机构驱动机

械运动的液压缸和空气动力驱动机械运动的空气工作缸，它们的控制阀大多都是采用电磁元件（大多为电磁铁）控制的，称为电控阀。这些机械设备由于生产流程的需要大都采用自动化控制，都有一套较复杂的电气控制系统，其电路也是采用电气二次回路的原理构成的。

## 六、相关名词术语的含义

电气二次回路中使用的一些名词术语，在不同的场合可能有不同的含义，有的名词和术语属于特定的习惯称呼。以下是部分名词和术语在电气二次回路专业应用时的含义：

### 1. 交流回路

交流回路一般是专指以下两部分电路：

(1) 电流互感器的二次绕组与继电保护的电流继电器、测量仪表的电流绕组构成的回路（又称为电流回路）。

(2) 电压互感器的二次绕组与继电保护的电压继电器、测量仪表的电压绕组构成的回路（又称为电压回路）。

一般不把采用交流电源的操作回路和其他回路（例如电动机的交流操作回路）称作交流回路。如必须称呼时，可称作交流控制回路。

### 2. 直流回路

指采用直流电源的设备操作回路、保护逻辑回路与信号回路等。

### 3. 逻辑电路

指通过二次回路接线，使操作回路、信号回路、保护直流回路（不包括保护的交流回路）中继电器之间的相互动作程序构成所要求的逻辑关系的电路。

### 4. 弱电回路

在采用直流控制电源时，一般把 220V 和 110V 直流电压称为强电，而把 48V 以下电压的回路称为弱电回路。

### 5. 二次元件

又称为二次设备。一般指在独立的交直流二次回路上连接的继电器、线圈等元件，包括大型电气设备的独立附件。但交流接触器的线圈不能称为二次元件。

### 6. 整定值

对保护装置而言，整定值就是人为设定的继电器的动作值。

### 7. 触点

一般指继电器、接触器、断路器的能接通和断开电路的可闭合和打开的接

触点，习惯上也称为接点。断路器主电路的触点也称为断路器的主触头。触点的静止部分称为静触点，可动部分称为动触点。断路器和接触器在二次回路中连接的触点称为辅助触点。

#### 8. 动合触点

指继电器、接触器等电气元件的线圈处于不带电状态，或线圈虽通有电流，但未达到整定的动作值（即继电器不吸合，或称为不动作）时断开、带电状态时或达到整定值时闭合的触点。对于断路器，是指处于分闸后位置时断开、合闸后位置时闭合的触头。

#### 9. 动断触点

指继电器、接触器等电气元件处于不带电状态时或未达到整定值时闭合、带电状态时或达到整定值时断开的触点。对于断路器，是指处于分闸后位置时闭合、合闸后位置时断开的触头。

#### 10. 重动继电器

一般是指为扩大触点数量或其他目的而增设的继电器。例如，某一中间继电器的触点数量不够时，可采用由该继电器触点起动的另一个触点数量多的中间继电器的方法扩大触点数量，后一个继电器就称为重动继电器。

#### 11. 中性点直接接地系统和非直接接地系统

电力系统中性点（实际上就是发电机和变压器的中性点，对于工厂的380V配电系统就是10kV/380V或6kV/380V变压器的380V侧中性点）的运行方式有三种：

(1) 中性点直接接地。如果电力设备运行时中性点直接接地，这个电气系统称为中性点直接接地系统，也就是大接地短路电流系统。工矿企业的380V供电系统大都属于此类。

(2) 中性点不接地。变压器（或发电机）的中性点运行中不接地。

(3) 中性点经消弧线圈接地。变压器（或发电机）的中性点运行中经一个较大的阻抗与接地点连接。

中性点不接地和中性点经消弧线圈接地的系统称为中性点非直接接地系统，也就是小接地短路电流系统。

#### 12. 回路

“回路”一词在电气二次工程中可以有以下三层意义：

(1) 指整个电气二次系统的所有电路，如前面所介绍的电气二次回路。这种提法往往用于与一次回路有关的场合。

(2) 指二次系统（即二次回路）中的某一个独立的电路，例如处于一组熔断器之下的一个控制电路称为某设备的控制回路，或一组互感器组成的电路也称为一个回路。这种提法常用于在二次系统较庞大时区别不同的独立回路。

(3) 指某一个电路中的某部分支路，例如控制电路（也称为控制回路）中的跳闸部分称为跳闸回路，而其中由保护跳闸的电路又称为保护跳闸回路。这种提法常用于在分析具体电路时区分不同的支路。

### 13. 起动和动作

对于延时动作的继电器，起动指线圈带电，动作指触点发生反转。

## 第二节 电气二次回路的组成

电气二次回路是由各种元件和设备为达到一定的功能而连接组成的。按使用功能划分，基本可分为控制回路、继电保护回路、测量回路、信号回路、自动装置回路、调节装置回路等几类。

### 一、控制回路

#### 1. 控制回路的作用

控制回路又称为操作回路、控制电路。控制回路的作用是实现对设备的有效控制，包括设备的起动停止、电气线路的投运和断开以及其他要求的运行状态的改变等，也控制机电元件（例如电磁铁）的通电与断电。

控制回路主要是通过控制断路器或接触器、继电器的接通和断开来实现对设备的控制。控制回路由控制元件组成。

#### 2. 控制回路中的元件

控制回路使用的主要的控制元件和部件有以下几种：

(1) 发出指令的主令电器。包括各种按钮和转换开关、行程开关、限位开关、万能开关、接近开关等。

用于接通和断开一次电气回路的主令电器不属于电气二次回路的设备。例如直接接在电动机主电路的凸轮控制器和倒相开关、转换开关都不能称为二次元件。

(2) 扩展功能并构成逻辑动作关系的控制继电器。例如中间继电器、时间继电器等。

(3) 执行元件。即断路器的跳闸线圈、合闸线圈和合闸接触器，交流接触器的线圈，液压和空气动力系统控制设备（电气控制阀，简称为电控阀）上的电磁铁等。

(4) 信号元件。例如表示断路器所处位置的信号灯。

(5) 断路器、接触器的辅助触点等。

### 3. 控制回路的分类

控制回路大体可分为两大类：

(1) 与主电路分离的独立控制电路。此类控制电路与主电路之间没有电的连接。高压设备和重要设备的操作回路都采用与主电路分离独立的控制电路。

(2) 控制电路与主电路之间有电气连接的电路。采用中小型电动机作动力的机电设备（电压为 380/220V 以下），许多都采用与主电路连接的控制电路。

#### 4. 与主电路分离的独立控制电路

(1) 对独立控制电路的要求。与主电路分离的独立控制电路是指完全不受主电路（也就是电力网）运行状况影响的控制回路。所以它与主电路即无电的联系也无磁的联系。

(2) 独立控制电路的应用范围。电力系统的发供输配电设备和大中型工矿企业的电气系统的主要配电设备以及高压电动机的操作回路，都采用与主电路分离独立的控制电路。这些发电机、变压器、高压配电线路和高压电动机主电路（即一次系统）的接通和断开，一般都采用高压断路器或高压接触器来控制。而这些断路器或接触器的接通（即合闸）和断开（即跳闸）则由独立的控制回路来进行控制。另外，电力系统和工矿企业交流 380V 供电系统的主要断路器。一般都采用万能式自动空气断路器，许多情况下，为了实现自动控制，这些空气断路器也都采用独立的控制电路进行控制。

(3) 独立控制电路的电源。独立的控制电路一般都由独立的控制电源供电，并且该电源是不受主电路运行方式的影响的。特别是在主电路即电力网或主设备发生短路、接地等故障造成电网电压下降时，该电源要保证控制回路仍然要能可靠工作，并执行必要的动作程序，例如跳开故障设备的断路器。为了保证在交流系统故障引起电压下降时能可靠工作，控制回路一般采用蓄电池作直流电源，常用的直流电源电压为 220, 110, 48, 24V 等。也可以采用其他方式的控制电源，例如交流控制电源，但基本要求仍然是要保证在一次系统故障时，控制电源必须能可靠工作。控制电源也称为操作电源。

综上所述，在电力系统故障时应能正确动作的电气控制回路必须采用与主电路分离的独立控制电路。

(4) 应用实例。图 1-2 所示是一台高压断路器的简化后的控制回路图，是与主电路分离的独立控制电路。图中未画出主电路。

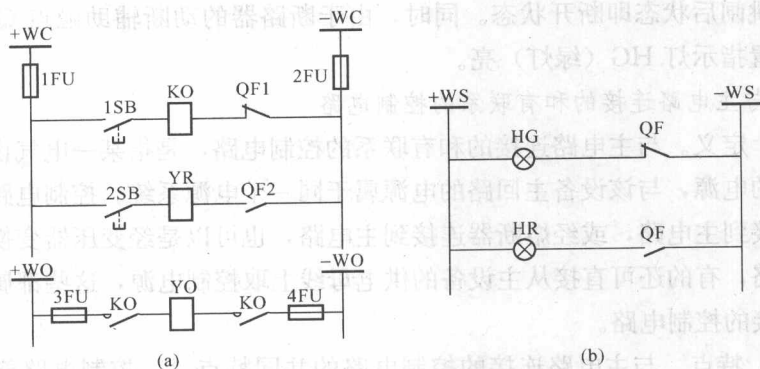


图 1-2 简化的高压断路器的控制回路

(a) 合跳闸回路；(b) 信号回路

+WC、-WC—直流操作电源小母线；1SB—合闸按钮；2SB—跳闸按钮；  
 KO—合闸接触器；YR—跳闸线圈；QF1、QF2、QF—断路器辅助触点；  
 +WO、-WO—合闸直流电源母线；1FU~4FU—熔断器；YO—合闸线圈；  
 HG—跳闸位置指示灯（绿灯）；HR—合闸位置指示灯（红灯）

从图 1-2 可看出，该电路是用来控制高压断路器的合闸和跳闸的，控制电路与断路器的主电路无任何联系。全部控制电路可分为 3 个独立的回路：①图 1-2 (a) 中接在直流控制电源 +WC、-WC 下的回路，由于这个电源的容量不大，所以回路中连接的是电流较小的负荷元件（即图中的合闸接触器 KO 和跳闸线圈 YR）。②另一个直流电源 +WO、-WO 的容量比较大，所以接入的是大负荷元件合闸线圈 YO。③合跳闸位置的信号指示灯的电源取自信号回路电源小母线 +WS、-WS，并构成一个独立的信号回路。

QF1 是断路器的动断辅助触点，在断路器处于断开状态时此触点是闭合的，断路器合闸后此触点断开。QF2 是断路器的动合辅助触点，在断路器处于断开状态时此触点是断开的，断路器合闸后此触点闭合。

合闸时，按下合闸按钮 1SB，合闸接触器 KO 的线圈被加上直流电压而动作，KO 的触点闭合，使合闸线圈 YO 被加上直流电压而产生电磁吸力，使电磁铁的铁心拉动连杆，通过传动装置使断路器的主触点闭合，主电路带电运行。同时，信号回路中的合闸指示灯 HR（红灯）由于断路器的动合辅助触点 QF 闭合而带电，指示灯亮，表示断路器已合闸。

跳闸时，按下跳闸按钮 2SB，跳闸线圈 YR 带电，其铁心在电磁力作用下冲击机械连动机构，使断路器的主触点断开，完成断路器的跳闸过程，断路器

就处于跳闸后状态即断开状态。同时，由于断路器的动断辅助触点 QF 闭合，跳闸位置指示灯 HG（绿灯）亮。

### 5. 与主电路连接的和有联系的控制电路

(1) 定义。与主电路连接的和有联系的控制电路，是指某一电气设备的控制电路的电源，与该设备主回路的电源属于同一个电源系统。控制电路可以直接连接到主电路，或经熔断器连接到主电路，也可以是经变压器变换后连接到主电路，有的还可直接从主设备的供电母线上取控制电源，这些都属于与主电路连接的控制电路。

(2) 特点。与主电路连接的控制电路的共同特点是，控制电路能否正确工作受主设备所连接的电力网影响很大，如果电力网或主设备发生故障使电网电源降低，该控制电路也将同样失去电源而无法工作。当主电源回路发生故障时，把故障设备从电源上切除是靠其他方式实现的，并不依靠控制回路。

(3) 应用范围。受功能限制，这类控制电路只能用于在电力网和主设备故障时控制回路不工作也不会造成严重后果的设备上，例如在一般机电设备自动控制系统上应用。此时控制回路不能工作也不会影响电网的安全和造成机电设备的损坏。再例如有的高压断路器是利用流过断路器的短路电流实现故障时跳闸的，控制回路不工作也能切除故障，所以也可以采用此类控制方式。但对于失去控制电源虽不会影响电网安全却可能造成设备损坏或引起其他不安全后果的（例如危及人身安全），则必须采取其他措施。

(4) 与主电路直接连接的控制电路的接线举例。如图 1-3 所示。

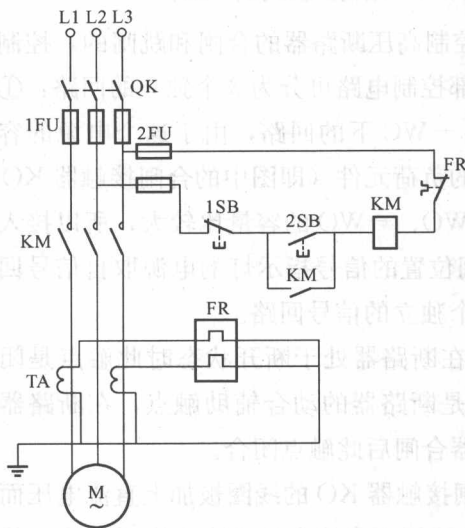


图 1-3 与主电路直接连接的控制电路

QK—刀开关；1FU—主熔断器；2FU—控制电路熔断器；KM—交流接触器；TA—电流互感器；M—交流电动机；FR—热保护元件（热继电器）；1SB—跳闸按钮；2SB—合闸按钮

图 1-3 中的 2FU 是专门保护控制电路的熔断器，有的简单控制电路中不设此熔断器。在电动机容量比较小的情况下，热继电器 FR 大都直接串接在主电路中，可以不需



要电流互感器。

启动电动机时,按下合闸按钮 2SB,接触器 KM 线圈被施加电压,铁心吸合,其主触点闭合,电动机带电启动。放开 2SB 按钮后,由于与 2SB 并联的接触器的辅助触点已闭合,接触器 KM 的线圈继续带电,所以电动机仍保持在运行状态。要使电动机停止运行,可按下停止按钮 1SB,此时接触器线圈断电,其主触点断开,电动机因无电源而停止运行。当运行中的电动机因过载等原因引起电流增大至热继电器 FR 的整定值时,热继电器的动断触点断开,接触器 KM 线圈失电,电动机停止运行。当主电源消失或电动机故障造成电压下降时,控制回路的电压也同时降低或消失,失去操作功能,但交流接触器 KM 会因失电而释放,电动机自动断电。

(5) 经变压器连接主电路的控制电路应用举例。在比较复杂的机电设备的控制电路中,往往采取用变压器将主电路与控制电路隔离的接线方式,其基本接线如图 1-4 所示。

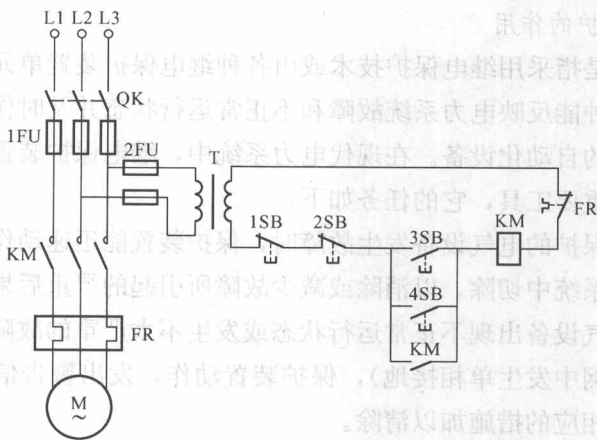


图 1-4 通过变压器与主电路连接的控制电路

电路中的变压器 T 称为控制变压器,其一次绕组连接在主电路电源侧,二次绕组供电给控制回路。采用控制变压器的电路有以下优点:

(1) 把控制电路与交流 380V 电源系统隔离开来,有利于保证工作人员的人身安全。特别对于控制元件分布在机械设备各处的情况最有利。图 1-4 所示为一台两地控制的电动机,控制元件分别布置在不同地点,通过导线或电缆进行远距离连接。控制回路采用变压器隔离,提高了整个电路的安全可靠性。