

煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材

# 综采维修电工

(技师、高级技师)

煤炭工业职业技能鉴定指导中心 组织编审

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

## 内 容 提 要

本书介绍了煤矿综采维修电工技师、高级技师职业技能考核鉴定的技能要求及相关知识。内容包括综采设备的检修与维护、安装与调试以及培训与指导等方面的知识。

本书是综采维修电工技师、高级技师职业技能考核鉴定前的培训和自学教材，也可作为各级各类技术学校相关专业师生的参考用书。

## 本书编审人员

主 编 张宏干

副主编 刘世伟 魏增亮 杨松君 秦建设 何景利  
蔡有章 陈华振 陈守友 邱福新 曹建华

编 写 宋德沛 黄翠柏 高晓东 张天顺 李铭昭  
李喜林 王建立 郑俊杰 于喜州 李明州  
王石恩 赵德山 任守中 程建业 房建平  
郭修甫 赵中锋 张尊海 姚志彬 董新光  
陈运启 姚保战

主 审 李 光

审 稿 (按姓氏笔画为序)

刘向昕 张传根 张雨栋 陈子春 陈同岭  
赵玉兵 徐振虹 高 峰 董雪春 鲍庆祝

# 前 言

为了进一步提高煤炭行业职工队伍素质，加快煤炭行业高技能人才队伍建设步伐，实现煤炭行业职业技能鉴定工作的标准化、规范化，促进其健康发展，根据国家的有关规定和要求，煤炭工业职业技能鉴定指导中心组织有关专家、工程技术人员和职业培训教学管理人员编写了这套《煤炭行业特有工种职业技能鉴定培训教材》（技师、高级技师），作为国家职业技能鉴定考试的推荐用书。

本套技师、高级技师职业技能鉴定培训教材以相应工种的职业标准为依据，内容上力求体现“以职业活动为导向，以职业技能为核心”的指导思想，突出职业培训特色。在结构上，针对各工种职业活动领域，按照模块化的方式，分技师、高级技师两个等级进行编写。教材的章对应于标准的“职业功能”，节对应于标准的“工作内容”，节中阐述的内容对应于标准的“技能要求”和“相关知识”。

本套教材此次出版7个工种，分别是：采煤工、巷道掘砌工、液压支架工、矿井维修电工、综采维修电工、综采维修钳工、矿山救护工。其他工种的技师、高级技师职业技能鉴定培训教材也将陆续推出。

技能鉴定培训教材的编写组织工作，是一项探索性工作，有相当的难度，加之时间仓促，缺乏经验，不足之处在所难免，恳请各使用单位和个人提出宝贵意见和建议。

煤炭工业职业技能鉴定指导中心

2007年4月

# 目 录

## 第一部分 综采维修电工技师技能

第一章 工作前准备 (读图与分析) .....	3
第二章 检修与维护 .....	20
第一节 电气故障检修 .....	20
第二节 测绘 .....	42
第三章 安装与调试 .....	60
第一节 配线与安装 .....	60
第二节 调试 .....	67
第三节 工艺编制 .....	73
第四章 培训指导 .....	78
第一节 指导操作 .....	78
第二节 技能培训 .....	79
第五章 管理 .....	82
第一节 安全管理 .....	82
第二节 生产技术管理 .....	86

## 第二部分 综采维修电工高级技师技能

第六章 工作前准备 (读图与分析) .....	95
第七章 检修与维护 .....	106
第一节 电气故障检修 .....	106
第二节 测绘 .....	122
第八章 安装与调试 .....	132
第一节 调试 .....	132
第二节 工艺编制 .....	145
第三节 新技术应用 .....	150

第九章 培训指导.....	182
第十章 管理.....	184
第一节 安全管理.....	184
第二节 生产技术管理.....	186
附录 常用电气词汇英汉对照表.....	191
参考文献.....	194

# 第一部分

综采维修电工  
技师技能





# 第一章 工作前准备 (读图与分析)

## 一、操作技能

(一) QJZ-400 (315) /1140W 型矿用隔爆兼本质安全型智能真空磁力起动器的读图

QJZ-400 (315) /1140W 型隔爆真空磁力起动器是一种采用 PIR-400 综合保护器及液晶显示屏的智能型开关,其电气原理图如图 1-1 所示。

该起动器主要用于就地或远距离启动和停止额定电压为 1140V (或 660V)、频率为 50Hz、额定容量在 59~466kW (或 34~270kW) 范围内的矿用隔爆型三相鼠笼式感应电动机,并可在停止时进行换向。在紧急情况下,允许使用隔离换向开关直接停止电动机。

起动器具有漏电闭锁、过载、短路、三相不平衡 (包括断相)、欠压等保护功能,并可实时显示主回路电流、电压值及故障信息。还可以通过试验开关进行过载、断相、漏电闭锁等试验。

### 1. 系统组成

该系统主要由主回路、控制回路、保护回路及试验显示回路等几部分组成。

#### 1) 主回路

由隔离换向开关 QS (GHK-400/1140), 千伏级熔断器 FU1、FU2, 接触器 KM (CKJ-400/1140), FV 阻容吸收装置组成。主回路是通过隔离开关 QS、真空接触器 KM 来达到控制电气设备的目的。FV 阻容吸收装置的作用主要是利用电容两端电压不能突变和频率越高其阻抗越小的特性,有效地吸收过电压。

#### 2) 控制回路

由控制变压器 TC1、本安变压器 TC2、中间继电器 KA1、直流继电器 K1、K2、保护触点 BJ、主接触器 KM 线圈回路、本安先导组件 A1 及按钮等组成。控制变压器 TC1 一次侧与主回路相接,二次侧输出 24V、36V 和 220V 电压,其中 24V 供给中间继电器 KA1 吸合用,36V 供给本安变压器 TC2,220V 经桥式整流后,供给主回路吸合线圈 KM 用。

#### 3) 保护回路

由电流互感器 TA1~TA3、电源变压器 TC3、智能保护器 BJ (PIR-400)、漏电保护回路等组成。电源变压器 TC3 的二次侧输出 15V、18V、2V 的电压,其中 15V、18V 供

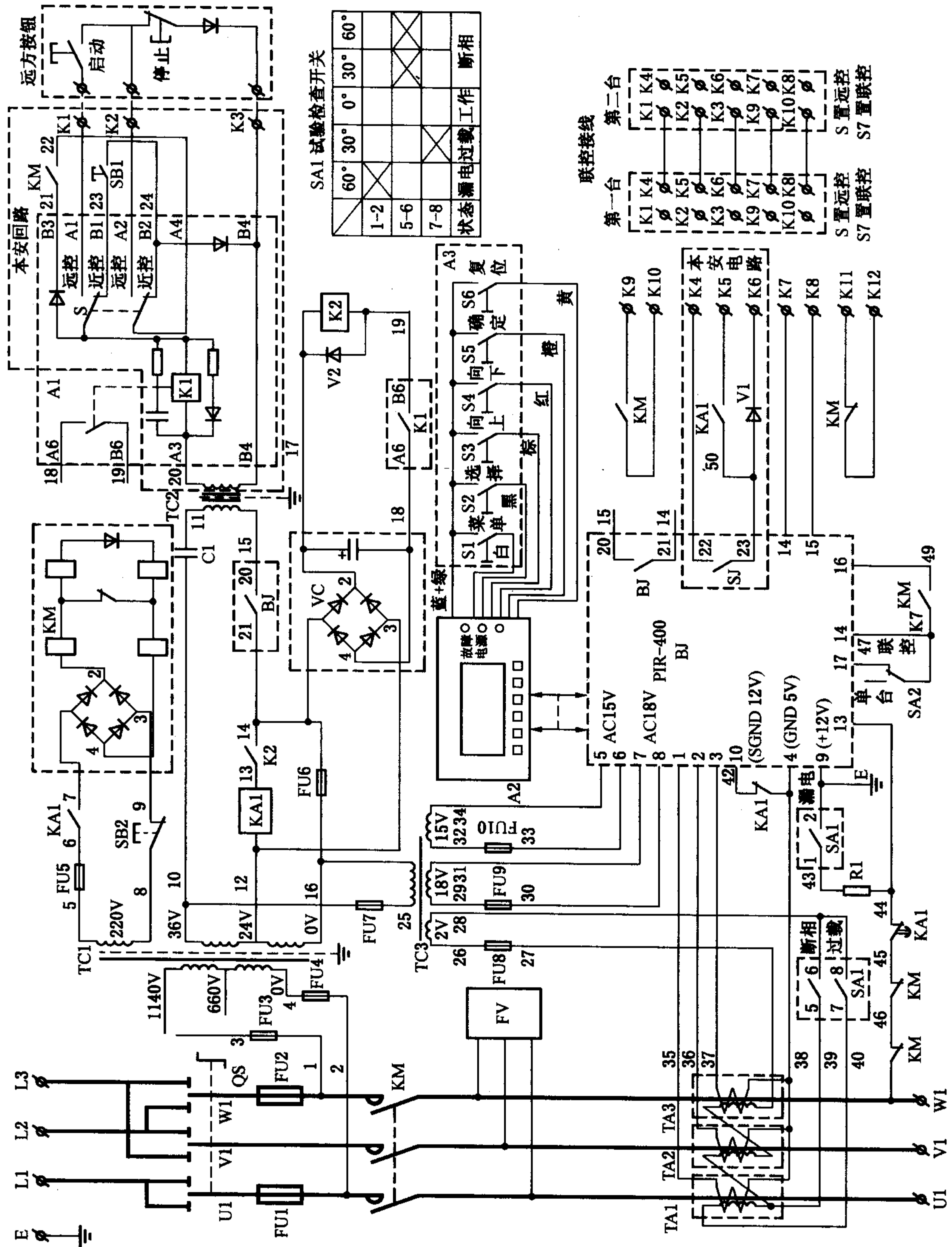


图 1-1 QJZ-400 (315) / 1140W 型隔爆真空磁力起电器电气原理图

给智能保护器 BJ, 2V 电压用于进行断相和过载实验。

当系统出现过载、短路、欠压、断相及三相不平衡故障时, 电流互感器 TA1~TA3 从主回路上检测并取出电信号, 送到保护器 BJ。保护器对检测信号进行数据处理后, 给出相应的过载、短路、欠压、断相与三相不平衡保护的故障信息, 并显示和记忆, 同时使输出接点 BJ 断开, 从而本安变压器 TC2 失电, K1 失电, K2 失电、KA1 失电, 接触器 KM 跳闸, 实现保护作用。

漏电闭锁保护电路在开关合闸前, 通过接触器 KM 的两个辅助常闭触点和中间继电器 KA1 的延时断开常闭触点接入主电路形成通路。漏电闭锁检测电流由保护器 BJ 的 9 脚流出, 经大地→主回路对地绝缘电阻→主回路→KM、KA1 常闭接点→保护器 BJ 的 13 脚, 当绝缘电阻低于  $24\text{k}\Omega$  (660V),  $42\text{k}\Omega$  (1140V) 时, 接点 BJ 断开, 则本安变压器 TC2 不能得电, 开关不能合闸, 同时显示屏显示漏电闭锁信息。当故障发生时, 故障指示灯 (红色) 闪动, 在跳闸后红色发光管点亮。当主电路绝缘阻值上升到闭锁值的 1.5 倍时, 自动解除漏电闭锁。

防止先导回路的短路自启动保护: 一旦在启动前发生先导回路控制电缆短路, 远控按钮中二极管同时也被短接, 直流继电器 K1 流进交流电而无法吸合, 防止了误启动或自启动。

#### 4) 试验显示回路

该系统由控制变压器 TC3、PIR-400 综合保护器 BJ、试验开关 SA1 (具有漏电、过载、工作、断相四档位置)、故障显示器 A2 及操作键盘 A3 等组成, 具有自检显示功能和试验功能。

自检功能: 保护器 BJ 送电后, 将对包括传感器在内的电路进行自检, 如出现故障, 显示屏将显示错误信号。

试验功能: 开关合闸前, 可使用检查开关 SA1, 判断各部分电路是否正常; 开关合闸后, 可使用模拟试验功能, 判断保护器的工作是否正常。试验分脱扣或不脱扣试验 2 种。

### 2. 工作过程

#### 1) 启动前的准备

启动前将试验按钮 SA1 置于工作位置, 隔离换向开关 QS 置于正向或反向位置, 控制变压器 TC1、TC3 得电, 保护器 BJ 得电, 显示屏上电源灯亮, 主回路负荷侧漏电闭锁检测回路接通。若主回路对地绝缘电阻大于  $24\text{k}\Omega$  (660V),  $42\text{k}\Omega$  (1140V) 时, 保护器输出接点 BJ 闭合, 本安变压器 TC2 得电, 从而本安先导组件 A1 得电, 开关可以合闸。

#### 2) 启动

(1) 近控。将本安组件的远、近控选择开关 S 置于近控, 按下启动按钮 SB1, K1 吸合, K2 吸合, KA1 吸合, 则接触器 KM 得电吸合, 电动机得电开始启动, KM (21、

22) 闭合, K1 自保, 此时显示屏实时显示主回路三相电流、电压值。

(2) 远控。将本安组件的远、近控选择开关 S 置于远控, 按下远方启动按钮, 则起动机 KM 吸合。

3) 停止

按下停止按钮 SB2, 则 KM 失电, KM (21、22) 断开, K1、K2、KA1 失电, 从而完成分闸过程。当本安插件置于远控位置时, 也可按下远方停止按钮, 从而 K1、K2、KA1 失电, KM 失电断开。

3. 程序控制

如 2 台或多台起动机顺序启动, 可按原理图接线, 并将所有起动机中的程控开关 SA2 置于联控位置, 近控、远控转换开关置于远控位置。第一台启动后, 接触器 KM (K7、49) 闭合, 经过 3~5s 延时, 保护器延时触点 SJ 闭合, 使下台开关启动。再经过 2s 延时, SJ 释放, 下一台开关通过前一台的 KA1 (50、K5) 保持吸合, 下一台启动后 KM (K9、K10) 吸合, 并反馈至前一台的保护器。若 SJ 释放 5~10s 的时间内, 下一台 KM 吸合的信号未至, 则前一台开关跳闸, 前一台如停机则 KA1 (50、K5) 断开, 下一台开关也停机, 实现前后联动控制, 多台运行以此类推。

(二) MG200/475-W 型采煤机牵引电机功率超载保护部分液压系统图识读

当采煤机运行过程中遇到过大阻力, 牵引功率突然增大, 可能会使牵引电机功率超载, 为此设置了牵引电机功率超载液压保护部分, 其系统图如图 1-2 所示。

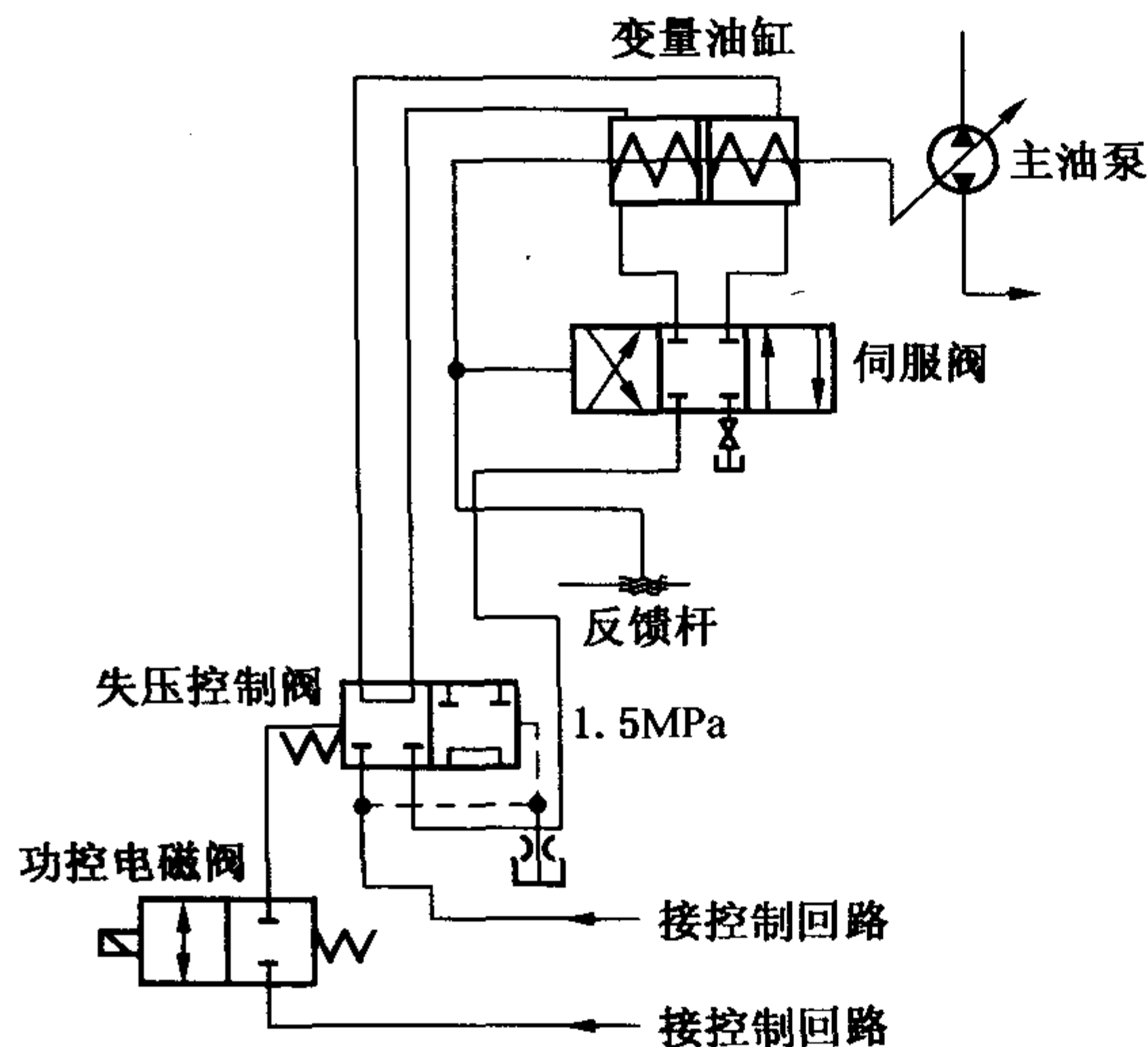


图 1-2 MG200/475-W 型采煤机牵引电机功率超载保护液压系统图

1. 系统的组成及作用

(1) 主油泵。为采煤机油马达提供一定压力和流量的液压油, 改变主油泵排量和排油方向, 即可改变油马达转速和方向。

(2) 功控电磁阀。该阀是一个二位二通电磁阀, 由电气功控部分继电器控制其工作状态, 当牵引功率突然增大, 牵引电机功率超载时, 功控电磁阀线圈得电工作, 电磁阀吸合, 反之则处于断开状态。

(3) 失压控制阀。该阀是一个二位四通阀, 与功控电磁阀等部分配合, 完成对采煤机的超载自动控制, 该阀调定

压力值一般为 1.5MPa。

(4) 执行部分。由伺服阀、变量油缸和反馈杆组成，其工作原理为：当机构向右拉动拉杆时，反馈杆迫使伺服阀芯也向右移动，伺服阀左阀口与控制油进油口相通，油液进入推动油缸右端，推动活塞向左移动，变量油缸左腔油液通过伺服阀和阻尼螺丝排回油池。同时活塞带动反馈杆，把伺服阀阀芯拉向原来位置，直至伺服阀处于中位为止。另一方面，推动活塞向左移动时，固定在其上的拨叉带动主油泵缸体偏转，使其流量发生变化，改变采煤机的牵引速度。当操纵机构向左移动拉杆时，控制原理相同，只是动作方向相反。调速机构对采煤机的速度调节是无级的。

## 2. 牵引电机功率超载保护工作过程

采煤机正常工作时，牵引电机处于满载工作状态，电气功率控制系统控制功控电磁阀的继电器处于不带电断开状态，功控电磁阀右阀位工作，2MPa 压力油液控制回路处于截止状态。当牵引电机输出功率超载时，电气功率控制系统控制功控电磁阀的继电器处于带电吸合状态，功控电磁阀线圈得电，电磁阀工作在导通状态，功控电磁阀左阀位工作，2MPa 的控制油经电磁阀进入失压控制阀左端，使变量油缸两腔的油液串通。在弹簧作用下，调速缸活塞向着减速方向移动，通过拨叉减小主泵摆角，使采煤机牵引速度降低，牵引电机输出功率随之减小。当牵引功率超载状况消失后，电磁阀欠载断电，失压控制阀在 1.5MPa 压力油作用下解锁复位，变量油缸两腔的油路隔离，控制油通过伺服阀进入变量油缸，活塞在油压作用下移动，通过反馈杆使主油泵缸体摆角恢复到原调定位置，采煤机又按原调定的牵引速度运行。

## 二、相关知识

### (一) PIR 智能综合保护器

PIR 智能综合保护器采用了微处理器与红外遥控技术，运用高精度数据处理系统和保护算法，具有保护精度高，反应速度快的优点。能与电压等级为 380V、660V、1140V 及 3.3kV 各种型号的馈电开关、磁力起动器等设备配套使用，具有总开关漏电保护，分开关选择性漏电保护，漏电保护闭锁、过载、短路、三相不平衡（包括断相）、欠压等多种保护功能。不同型号的设备可以根据用户的要求实现不同的保护功能。

#### 1. PIR 智能综合保护器的特点

(1) 采用 240×128 点阵液晶显示器，配合菜单式人机交互界面，操作直观简便。运行时实时显示当前三相电流、系统电压值和合、分闸状态，显示信息丰富。

(2) 各项保护功能参数均可以通过菜单选择调整，适用范围广，保护精度高。

(3) 具有“记忆”功能。记忆每次调整的各项保护功能参数，并且在下次送电或系统复位时自动提取上一次设定的参数。记忆并保存故障信息，包括上一次的故障类型、故障

时间、故障发生时的三相电流值、系统电压值，且可以通过菜单调出来显示，方便维护。

(4) 具有红外遥控操作方式。一切操作均可以通过红外遥控器来操作。

(5) 可选择数据通信接口与控制系统联接。根据用户需要可配备 RS-485 或国内领先的电力线载波通信接口。

保护器采用模块化结构设计方法，优化的软硬件抗干扰处理，具有友好的人机界面，安装、使用、维护简单，使用寿命大为增加。

### 2. PIR 智能综合保护器的型号意义

PIR 智能综合保护器与不同的设备配套使用便形成不同的产品系列，而且不同生产厂家命名方法不同。现在以上海宇坤机械电子有限公司生产的 PIR 系列智能综合保护器为例说明该类产品型号的意义。

### 3. 保护器出入口参数

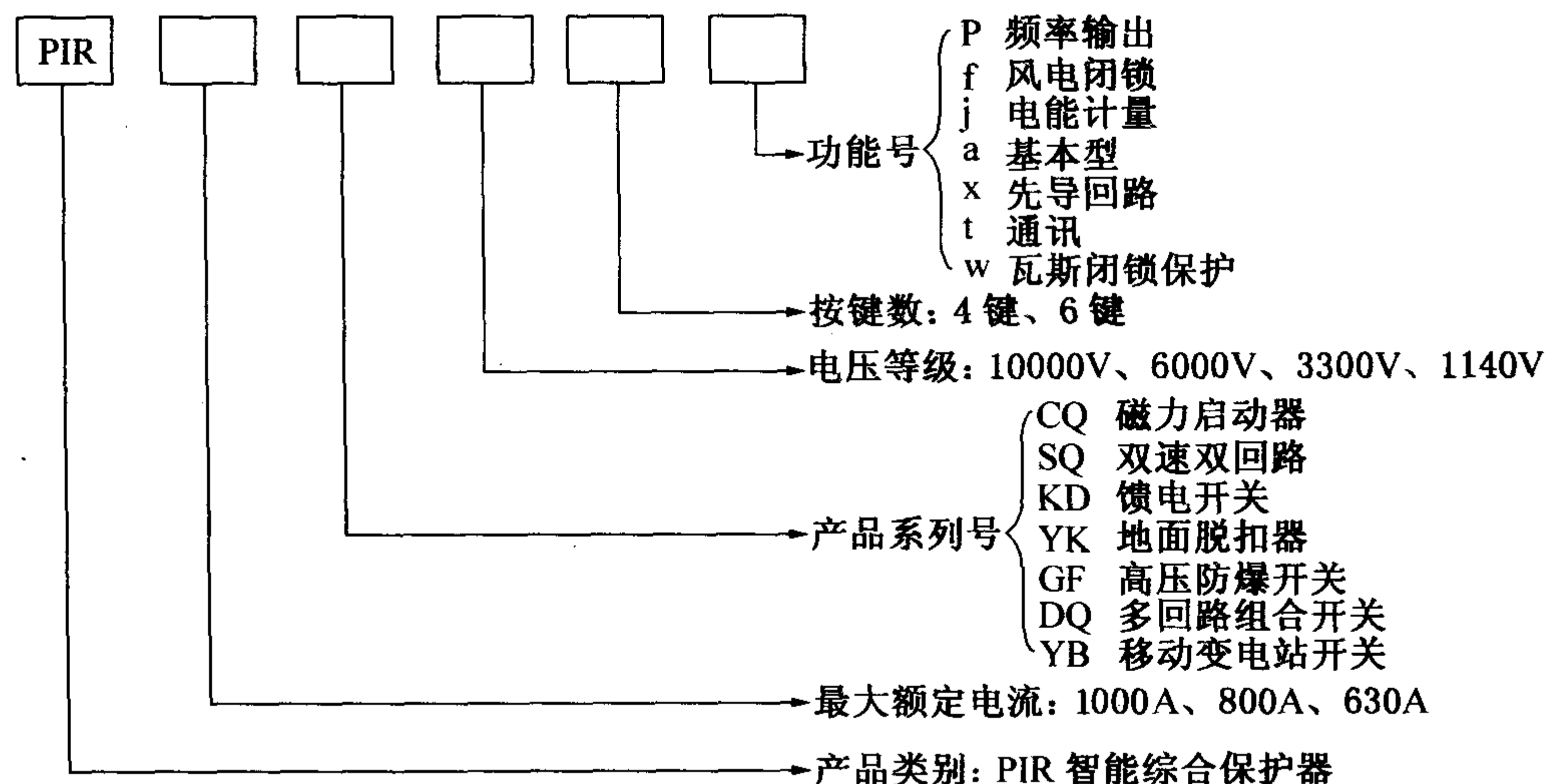
PIR-400 参数：供电电压为 $\sim 15V$ 或 $\sim 18V$ ，允许范围为 $60\% \sim 120\%$ ；

电流信号：约 $50mV/100A$ ；保护接点容量：AC 5A/250V；

PIR-800 参数：供电电压为 $\sim 220V$ ，允许范围为 $60\% \sim 120\%$ ；

电流信号：约 $50mV/100A$ ；系统电压：额定 AC 10V；

漏电时： $I_0$ 为 $6 \sim 40mA$ 、 $U_0$ 为 $3 \sim 40V$ ；保护接点容量：AC 5A/250V



### 4. 工作原理

各类 PIR 智能综合保护器的工作原理基本一样。图 1-3 给出了 PIR-800 馈电开关智能综合保护器原理方框图，其工作原理如下：

本保护器由采样电路、检验电路、主控板、显示屏等 4 部分组成。电流互感器为穿芯

式,直接穿在三相母线上,可获得与一次侧电流成正比的电流信号。主控板是对采集的信号进行处理,一方面能实时地在液晶屏上显示出系统状态参数,如三相电流及电压值等;另一方面在出现故障时能根据故障性质决定脱扣跳闸的时间,显示并记忆故障时的相关参数,以便查询。显示屏上有6个按键,通过简单操作可随时对保护器的动作参数进行整定。当保护器装入隔爆型馈电开关本体后,除可以通过窗口观察到显示屏上的各种信息外,通过前门按钮操作也可在现场和不打开开关外壳的情况下完成对保护功能的整定与试验。在必要时还可通过RS-485通讯接口与整个监视系统进行通讯。

## 5. PIR 智能保护器功能及面板操作

### 1) 保护器功能

(1) 漏电闭锁。在馈电开关合闸前能对供电线路的绝缘状态进行检测,当绝缘电阻低于 $24\text{k}\Omega$  (660V)、 $42\text{k}\Omega$  (1140V) 时,能实现漏电闭锁功能,使馈电开关不能合闸。

当主电路绝缘阻值恢复到闭锁值的1.5倍时,自动解除漏电闭锁状态。

(2) 漏电保护。保护器设定在总开关的状态时,如果主线路发生漏电现象或者分支路漏电时间过长,总开关会在设定时间(一般应取250ms)内跳闸。

(3) 选择性漏电保护。保护器设定在分开关的位置时,如果本支路发生漏电现象,则本支路开关会跳闸,而其他支路开关和总开关均不会跳闸。

(4) 过载保护。过载动作时间采用反时限实时计算,具有热记忆特性,满足表1-1的规定。过载保护后,馈电开关1min后自动恢复、重新启动。

(5) 短路保护。短路保护可在 $(6\sim 10) I_N$ 的范围内通过软件进行整定,动作性质为瞬动。

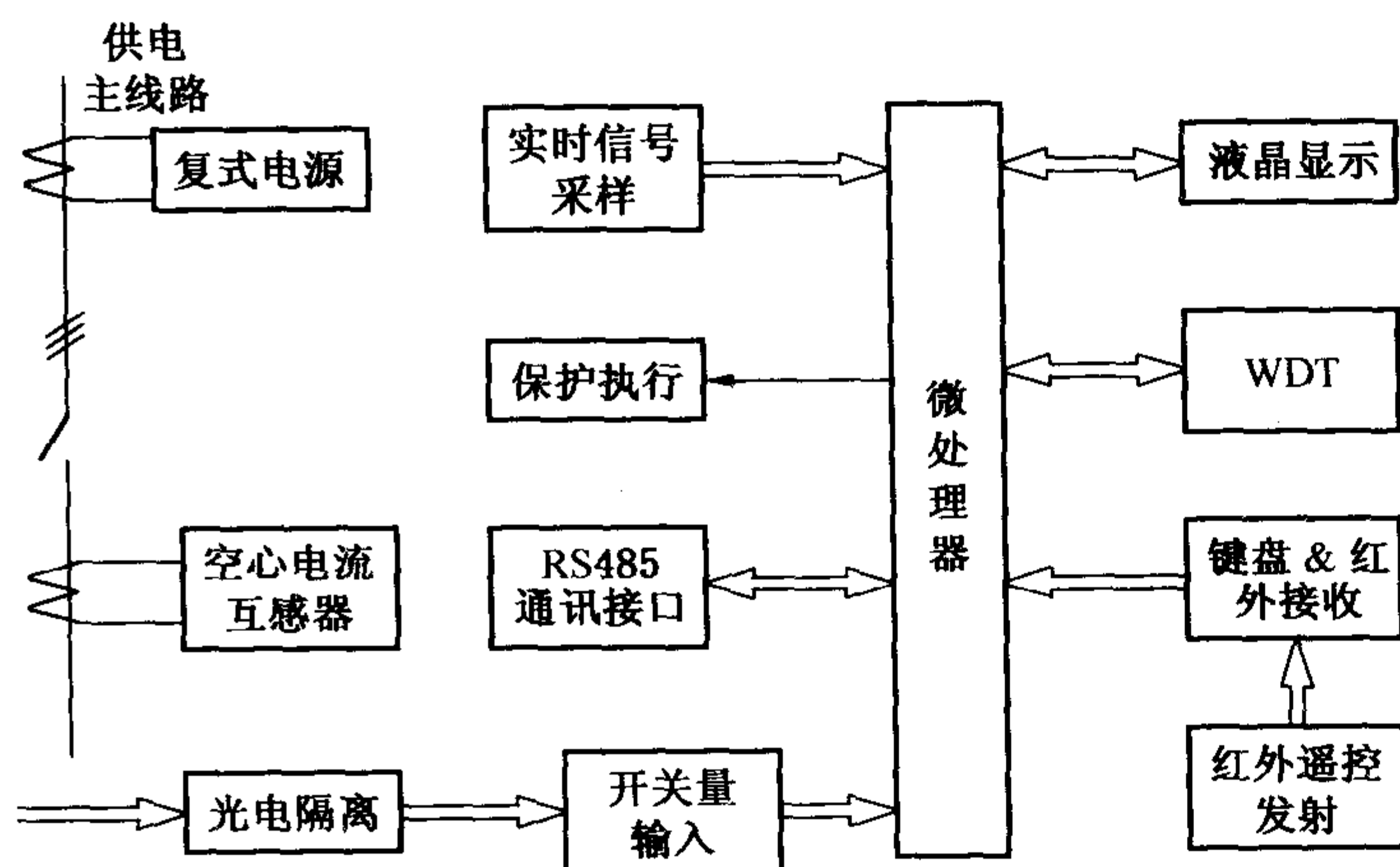


图 1-3 PIR-800 智能综合保护器原理方框图

表 1-1 PIR 综合保护器过载保护动作时间表

过载倍数	动作时间
1.05	2h 不动作
1.20	0.2~1h 不动作
1.50	90~180s
2.00	45~90s
4.00	14~45s
6.00	8~14s

(6) 欠压保护。欠压保护可由软件整定为  $60\% \sim 85\%U_N$ ，动作时间为  $1 \sim 5s$  可调。

(7) 断相与不平衡保护。不平衡系数为  $50\% \sim 100\%$ ，可以由软件整定，动作时间为  $1 \sim 10s$  可调。

(8) 甲烷检测保护。本保护器预留了甲烷检测接口，可以根据需要增加甲烷检测保护功能。

(9) 参数校正功能。可以实时地对显示的系统电压值、三相电流值进行校正。

(10) 故障记忆功能。本保护器具有故障记忆功能，包括故障类型及动作值、动作时间。通过键盘或前门按钮操作，可以在显示屏中显示故障信息。

(11) 通讯功能。本保护器通过 RS-485 或者电力线载波通信接口将有关保护整定值及发生故障时的参数值送至远方监控器。

(12) 显示功能。本保护器显示包括一个有背光功能的  $240 \times 128$  点阵型液晶显示屏及 2 个分别为红色和绿色的发光二极管。在正常工作时显示屏将同时显示三相工作电流值及系统的线电压值，在整定时通过操作按键或前门按钮，显示各种菜单、各种整定参数值、故障参数值以及试验参数值。在正常工作时故障指示灯红色发光管熄灭、电源指示绿色发光管点亮；在出现故障时红色发光管闪动，在跳闸后红色发光管点亮。

(13) 试验功能。本保护器随时可以对各种保护功能进行试验，试验分跳闸试验与不跳闸试验 2 种。

## 2) 面板操作

PIR-800 智能型综合保护器具有良好的人机对话界面，在开关合闸后显示屏将实时显示三相电流、电压值及当前状态，如下所示：

绝缘电阻 = * * * kΩ	系
A 相电流 = * * * A	统
B 相电流 = * * * A	未
C 相电流 = * * * A	合
系统电压 = * * * V	闸

显示屏下有 6 个操作键：

### (1) 主菜单。

按“菜单”键，可进入主菜单选择操作，此时显示屏将显示主菜单页面，如下所示。

一、实时显示
二、参数显示
三、模拟试验
四、故障查询
五、系统设置



按▲▼键可使光标移动以选中主菜单项,按“确定”键可进入相应主菜单项。

## (2) 参数整定。

进入参数整定子菜单后,屏幕将进一步显示 8 条子项目:

- ①额定电流  $I_N = * * * A$
- ②短路电流  $I_d = * * * kA$
- ③放大倍数调整
- ④三相不平衡度  $= * \%$  动作时间  $= * s$
- ⑤电压等级选择  $* * * V$
- ⑥漏电延时  $* * * ms$
- ⑦裕值调整
- ⑧欠压设定  $\%U_N = * * * V$  动作时间  $= * s$

按▲▼键可使光标移动,按“选择”键可进入相应项目整定,按“确定”键将存储设定参数并退出该项目设定。

①额定电流整定。光标置额定电流位置,按“选择”键,即可进入过流延时整定,按▲▼键可按步长 5~20A,使额定电流在 40~400A 之间变化,调整结束后,再按“确定”键,即可存储  $I_N$  值。

②短路电流整定。光标置于短路电流位置,按“选择”键,即进入短路电流整定,按▲▼键可使短路动作电流整定为  $6I_N \sim 10I_N$ ,右侧同时显示电流值,步长为  $1.0I_N$ ,按“确认”键,即可锁存该值。

③放大倍数调整。光标置于放大倍数调整位置,按“选择”键后,屏幕将显示子菜单,页面如下所示:

放大倍数微调

A 相电流 = \* \* \* A

B 相电流 = \* \* \* A

C 相电流 = \* \* \* A

系统电压 = \* \* \* V

在三相电流互感器一次侧通过 100A 标准电流时,按▲▼键,步长为 1A,使右侧显示电流值尽量接近 100A,电压尽量接近实际电压,最后按“确认”键。需要指出的是:此值出厂时已调整好,一般情况下不要随意改动。

④断相与不平衡整定。光标置于三相不平衡度位置,按“选择”键,即进入该项目,按▲▼键,可使不平衡系数整定为 50%~100%,步长为 5%;动作时间为 1~10s 可调,步长为 1s,按“确认”键,即可锁存该值。