

煤矿电工手册

(修订本)

第四分册

采掘运机械的电气控制及通信

(上)

煤炭工业出版社

煤 矿 电 工 手 册

(修 订 本)

主编 顾永辉 范廷瓚

第四分册 采掘运机械的电气控制及通信 (上)

主 编	胡本臣	容观海	徐进武	王怀旭
编写人	朱家琪	刘广田	范富荣	胡本臣
	王绍义	左人骅	余发山	赵聪明
	刘平善	容观海	徐进武	阎吉华
	王怀旭			

(以章次为序)

煤 炭 工 业 出 版 社

前 言

(修 订 本)

《煤矿电工手册》自 1979 年出版以来,曾多次重印,是一本深受广大读者欢迎的大型工具书。近十余年来,随着采矿工业的发展,煤矿电工领域日新月异,为了在《手册》中反映这方面的新设备、新标准、新工艺和新技术,以适应煤矿电气工作人员的需要,我们对《手册》进行了全面修订。

修订后的《手册》仍分电机与电器、矿井供电,煤矿固定设备电力拖动、采掘运机械的电气控制及通信四个分册出版。其特点是公式表格化、数据图表化,语言简练,便于查阅,具有较强的实用性。与第一版《手册》相比,修订后的《手册》除按新标准进行了相应修改外,还按各分册排序分别增加了以下主要内容:

Y 系列及其派生的各种煤矿用电动机、高低压真空开关在煤矿中的应用及其技术性能、用计算机和 MVA 法计算短路电流、工矿企业 660V 和 10kV 供电、井下 1140V 供电、电网中性点各种接地方式的分析、高低压系统的选择性漏电保护、电动机综合保护、快速断电和旁路接地保护、煤矿固定设备变频等调速技术的应用,提升机等设备的微机控制、电网谐波分析及其防治、高压矿用橡套屏蔽软电缆及其连接方法、大功率采掘运机械的电气控制、矿井环境气体及通风参数控制、粉尘控制、矿压监测、火源监测、激光指向、坑道透视、微机控制的各种煤矿监控系统、微波通信、静电、杂散电流及其防治等。

《手册》修订工作,除有个别人员调整外,基本上仍由原版编写人员编写。在编写过程中,曾得到很多单位和专家们的支持和帮助,在此向他们表示衷心感谢。

由于我们水平所限,修订后的《手册》中难免有不当之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

1994 年 5 月

《煤矿电工手册》各分册名称及内容

分 册 名 称	内 容
第一分册 电机与电器	电工基础，煤矿常用电工仪表使用方法，电气设备的防爆，电工材料，高低压、交直流电动机、变压器，高、低压开关，小型电器计算，特殊电机，家用电器用电动机
第二分册 矿井供电	煤矿供电系统与变电所，短路电流计算，地面高低压供电设备及其选择，继电保护与自动装置，变电所二次回路及操作电源，架空线路，防雷保护接地及接零，设备运行、维护及预防性试验，井下供电，井下供电设备及电器，电缆及电缆线路，井下过流保护，井下保护接地，井下低压电网漏电保护，工矿企业 10kV、660V 供电，矿井照明，电气安全与触电急救，节约用电及用电管理，静电
第三分册 煤矿固定设备 电力拖动	提升机电力拖动概述，提升机的交流拖动控制，提升机电力拖动（直流部分），煤矿电网的电压波动及谐波问题，交—交变频同步电动机矢量控制系统、通风机、空气压缩机和水泵的电力拖动，大型带式输送机的电力拖动
第四分册 采掘运机械的电气 控制及通信	采煤机械及掘进工作面的电气设备及其控制，采区运输及辅助运输设备的电气控制，电机车运输设备选型及牵引计算，牵引变流所，牵引网路，窄轨电机车电气设备及其电气控制，窄轨电机车晶闸管脉冲调速及直流变压器，窄轨电机车用蓄电池组及其充电设备，矿区及矿井通信，煤矿用仪器仪表及小型电子电器，煤矿集中监测监控系统

目 录

第一章 采煤机械的电气设备及其控制	1
第一节 煤电钻的电气控制与保护	1
一、概述	1
二、煤电钻及其电气控制	1
三、煤电钻的电气保护	4
四、定型的煤电钻综合保护装置	7
第二节 截煤机的电气控制	55
一、主要性能与技术数据	55
二、电气连锁与控制	55
第三节 单滚筒采煤机组电气设备及其控制	59
一、工作面电气设备布置	59
二、单滚筒采煤机组主要设备性能和技术数据	59
三、电气控制线路	79
第四节 双滚筒采煤机组电气设备及其控制	114
一、工作面电气设备布置	114
二、双滚筒采煤机组主要设备性能和技术数据	115
三、控制系统	175
四、运行维护和故障排除	211
第五节 刨煤机组的电气控制	220
一、概述	220
二、刨煤机组电控系统	223
三、机组电控的安装、运行、维护和故障处理	229
第二章 掘进工作面电气设备控制	232
第一节 岩石电钻	232
一、岩石电钻的主要技术特征	232
二、YZ-2S 型岩石电钻	233
三、EZ-20 型岩石电钻	235
四、YD-2 型电动凿岩机	238
五、岩石电钻电气控制箱	239
六、岩石电钻的维修及故障处理	247
第二节 装载机	250
一、ZCZ-20 型电动铲斗装岩机	252
二、耙斗装岩机	255
三、ZMZ ₂ -17 型装煤机	257
第三节 掘进机	261
一、AM-50 型掘进机	261
二、MRH-S 100-41 型掘进机	279
第四节 局部通风机	307

一、概述	307
二、结构简介	308
三、局部通风机的电气控制	308
第三章 采区运输及辅助运输设备的电气控制	313
第一节 刮板输送机及其控制与保护	313
一、刮板输送机主要技术数据及配套电动机	313
二、刮板输送机电动机功率近似算法	323
三、刮板输送机单机控制用磁力起动器	323
四、刮板输送机集中控制系统	379
第二节 带式输送机及其控制与保护	393
一、带式输送机主要技术数据及配套电动机	393
二、带式输送机主驱动电动机功率计算	406
三、BXK11S 矿用隔爆兼本质安全型可伸缩胶带输送机控制箱	409
四、可伸缩胶带输送机电气控制系统	416
五、BXK11 矿用隔爆兼本质安全型胶带输送机集中控制箱	423
六、PJB-1 矿用隔爆兼本质安全型胶带输送机集中控制保护器	433
七、BSY2-36 矿用防爆型输送机随机控制系统	442
第三节 辅助运输设备的电控	453
一、调度、运输及回柱绞车电气设备	453
二、无极绳绞车及架空人车	458
三、推车机、翻车机的电气设备和控制线路	469
四、XTD-7 防爆特殊型蓄电池单轨吊	475
五、斜井防跑车系统	482
六、BFP1-660/B 型轨道斜巷防跑车装置	489
第四章 电机车选型及牵引计算	496
第一节 概述	496
一、工矿窄轨电机车系列型谱	496
二、窄轨电机车产品基本技术条件	499
三、窄轨电机车产品型号及主要技术数据	504
四、矿车简介	524
第二节 电机车选型	526
一、电机车类型选择	526
二、电机车的轨距	526
三、架线式电机车的额定电压	526
四、架线式电机车受电器工作高度	526
第三节 牵引计算	527
一、电机车运行的等阻力坡度	527
二、窄轨电机车工作特性	527
三、牵引电动机主要数据及特性曲线	528
四、列车组成计算	543
五、电机车台数计算	546
六、井下电机车运输牵引计算举例	547
第五章 牵引变流所	553

第一节 一般要求	553
一、牵引变流所的数量与位置	553
二、设备选择原则	553
三、整流设备保护	554
四、牵引变流所的接地	554
第二节 牵引变流所的负荷计算	554
一、连续负荷计算	554
二、短时最大负荷计算	555
三、牵引供电电耗	555
第三节 整流设备	556
一、牵引用整流变压器	556
二、成套整流设备	560
三、整流器电气原理	568
第四节 牵引变流所整流器选择	583
一、类型选择	583
二、容量及数量的确定	583
三、整流器过载能力校验	584
四、牵引变流所设备选择举例	584
第五节 牵引变流所	585
一、牵引变流所主接线	585
二、牵引变流所的布置	585
第六章 牵引网路	587
第一节 概述	587
一、馈电线	587
二、接触线	587
三、回流线	588
第二节 牵引网路的电气部分	588
一、牵引网路的额定电压	588
二、牵引网路供电和分段	588
三、牵引网路导线选择	589
四、牵引网路电压降计算	590
五、辅助线	592
六、牵引网路短路电流计算	593
七、牵引网路的绝缘	594
八、牵引网路的防雷及接地	594
九、牵引网路的杂散电流	595
十、电气部分计算举例	595
第三节 牵引网路用主要器材	598
一、电车线	598
二、镀锌铁线及钢绞线	599
三、瓷吊线器及金具	600
四、拉紧绝缘子	606
五、分区开关	606

六、警告信号及接触线自动停送电装置	608
七、避雷器及放电间隙	618
八、分区绝缘器	619
九、轨端绝缘器	619
十、调节器	619
十一、接触线交叉压线管	619
十二、连接板	623
十三、接触线电连接	624
十四、接触线用 LX5—11H 型辅助开关	624
十五、钢筋混凝土构件	625
十六、金属部件	630
第四节 牵引网路的结构部分	654
一、气象条件	654
二、馈电线	656
三、接触线	670
四、回流线	730
第五节 牵引网路的架设	735
一、一般要求	735
二、器材加工质量要求	735
三、接触线的施工	736
四、施工验收	743
第六节 牵引网路的运行及维护	744
第七节 附录	744
一、牵引网路平面图图形符号及标注方法	744
二、架空馈电线用铝绞线弛度曲线	749
三、地面接触线张力弛度曲线	752
四、拉线盘埋深计算	761
第七章 窄轨电机车电气设备及电气控制	763
第一节 电机车电气设备	763
一、牵引电动机	765
二、牵引电器	768
第二节 电机车电气控制及电气接线图	784
一、电机车电气控制	784
二、电机车电气接线图	785
第三节 电气设备的日常维修及故障分析	795
一、电气设备的日常维修	795
二、电气设备故障分析	795
第八章 窄轨电机车晶闸管脉冲调速及直流变压器	797
第一节 脉冲调速概述	797
一、脉冲调速的优点	797
二、脉冲调速原理与控制方式	797
第二节 晶闸管脉冲调速线路	798
一、架线式电机车定频调宽脉冲调速线路	798

二、架线式电机车定宽调频脉冲调速线路	823
三、蓄电池电机车定频调宽脉冲调速线路	830
四、XK2.5—□/48 蓄电池电机车调宽调频脉冲调速线路	839
第三节 脉冲调速中的“失控”现象及防止措施	841
一、“失控”现象及克服措施	841
二、“失控”保护环节及其原理	842
第四节 直流斩波器中 LC 参数及输入滤波器 L_0C_0 参数的选择	844
一、直流斩波器中 LC 参数的选择	844
二、输入滤波器 L_0C_0 参数的选择	844
第五节 晶闸管脉冲调速装置的统调要求与维护	845
一、统调要求	845
二、维护	845
第六节 晶闸管直流变压器	847
一、常用晶闸管直流变压器的特性	847
二、线路与工作原理	848
第九章 窄轨电机车用蓄电池组及其充电设备	853
第一节 概述	853
第二节 酸性蓄电池	854
一、酸性蓄电池的特性及主要参数	854
二、酸性电解液的性质	856
三、酸性电解液比重的选择	862
四、酸性电解液的配比计算	862
五、酸性电解液的配制	863
六、酸性蓄电池的维护	865
第三节 碱性蓄电池	868
一、碱性蓄电池的特性	868
二、碱性电解液的配制	869
三、碱性蓄电池的维护	871
第四节 蓄电池组充电设备	874
一、蓄电池组充电装置的比较	874
二、型号说明	875
三、GC、KGC 系列充电用硅整流及晶闸管整流设备	875

第一章 采煤机械的电气设备及其控制

本章主要介绍在国内运行多年、比较可靠的采煤机械电气设备及其电控线路。

第一节 煤电钻的电气控制与保护

一、概 述

煤电钻是煤矿生产中一种量大面广的小型采掘机械，常用于炮采工作面的钻孔工艺过程。表 1—1—1 列出目前几种常用的煤电钻技术数据。它们的输出功率一般是 1.2kW，个别是 1.5kW；工作电压为三相交流 127V。由于容量小、电压低，供电电源常取自采区配电点的小型干式变压器，并通过橡套电缆进行供电。由于煤矿井下工作条件较差，煤电钻电缆在使用中易碰伤、砸坏，造成 127V 供电系统的短路或漏电故障，可能引起人身触电、电缆着火、瓦斯及煤尘爆炸等严重事故。因此，《煤矿安全规程》第 434 条规定：煤电钻必须设有检漏、短路、过负荷、远距离起动和停止煤电钻的综合保护装置，以提高煤电钻在井下的安全性能。

二、煤电钻及其电气控制

各种煤电钻的技术性能见表 1—1—1。

表 1—1—1 煤电钻技术性能

型号 性能	JBZ-4	SD-1 2F	SD-12	MZ ₂ -12	MSZ-12
输出功率 (kW)	0.9	1.2	1.2	1.2	1.2
额定电压 (V)	127	127	127	127	127
额定电流 (A)	6.4	10	9.0	9.0	9.5
电动机额定转速 (r/min)	2660	2660	2800	2840	2800
钻杆转速 (r/min)	710	338, 690	436, 614	640	630
减速比	3.75	7.84, 3.85	6.44, 4.56	4.4	4.45
电动机效率	0.69	0.68	0.78	0.72	0.79
钻杆扭矩 (kg/cm)	120	326, 160	270, 191	176	185
钻孔直径 (mm)	25~40	40~42	36~45	36~45	36~45
外形尺寸：长 (mm)	330	389	427	336	310
宽 (mm)	319	336	314	318	300
高 (mm)	248	270	254	218	200
重 量 (kg)	15	19	18	15.6	13
电源频率 (Hz)	50	50	50	50	50

煤电钻的起、停控制方式有两种。

就地（直接）控制：用煤电钻的手柄开关直接控制 127V 电源的通、断。不管电钻打眼与否，供电电缆经常带电。此方式现已淘汰不用。

远方控制：通过煤电钻手柄开关（包括改制的无触点开关）控制干式变压器二次出口的电磁接触器，由接触器完成 127V 电源的通断控制。它的优点是：煤电钻电缆只有打钻时有电，而平时不带电，对矿井安全用电意义较大。

煤电钻远控电路的基本类型和原理如下：

（一）先导回路控制

控制原理：煤电钻起动时，闭合本身的手柄开关，借助煤电钻电动机绕组首先导通一电气回路，通过该回路中控制元件通电动作，驱动执行电路工作，将主电路接通。

电路实例：如图 1-1-1 所示。

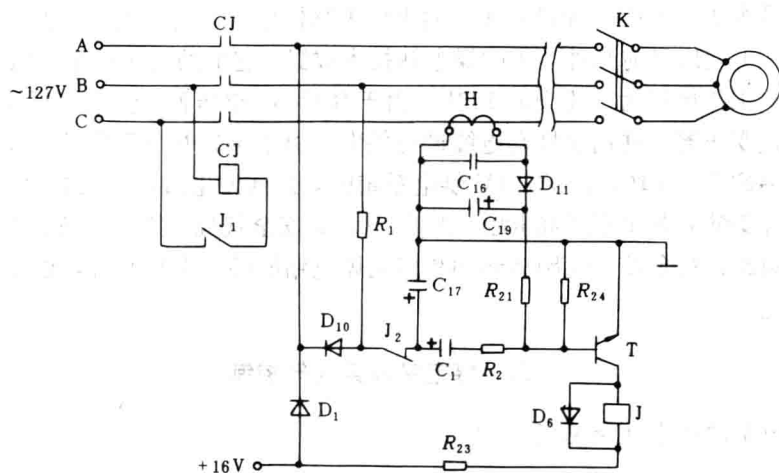


图 1-1-1 先导回路控制电路

图中 A、B、C 是对煤电钻供电的三相 127V 电源，来自干式变压器二次出口处。CJ 线圈的通电回路中串接有继电器 J 的动合触点 J₁。起动前，三极管 T 回路虽然接入直流电源，但因基流回路不通，T 管截止，继电器 J 无电不能吸合。

煤电钻起动时，闭合手柄开关 K，接通下述先导回路：+16V—D₁—A 相—K（A 相）—煤电钻电机绕组（A—B）—K（B 相）—R₁—J₂ 常闭—C₁—R₂—T 的发射结—0V。三极管 T 因发射结流过 C₁ 的充电电流而饱和导通，J 得电吸合，动合触点 J₁ 将 CJ 线圈通电回路接通。接触器主触点闭合，接通 127V 电路，煤电钻得电起动。正常工作时，先导回路被 J₂ 切断，避免交流 127V 串入先导回路。J 的吸合靠电流互感器 H 输出来保证。

（二）载频控制

工作原理：由一专用载频信号源，对煤电钻供电电缆馈送一定频率的载频信号。利用接在 127V 电缆网络的调感开关槽路，在煤电钻手柄的两个不同控制位置时对网路呈现不同阻抗的特点，改变信号源对检测电路的输出，以此使控制电路做出动作选择。

实用电路：如图 1-1-2 所示。

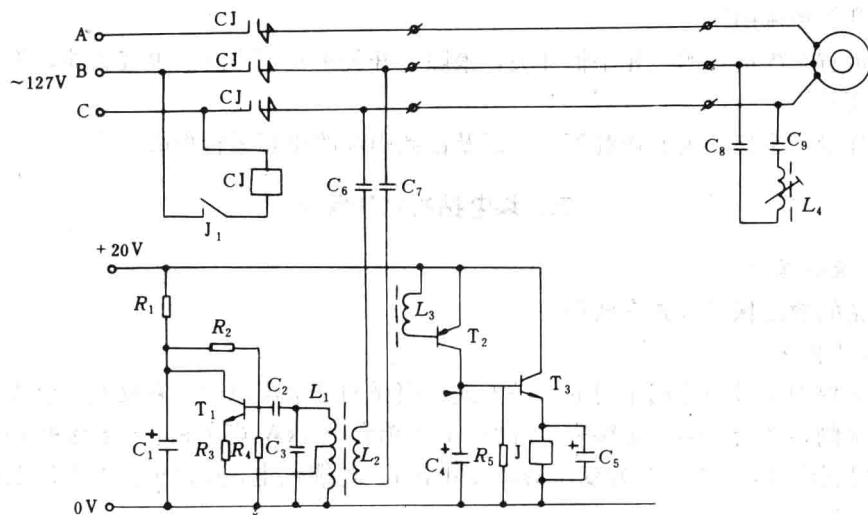


图 1-1-2 煤电钻载频控制电路图

由 T_1 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 C_1 、 C_2 、 C_3 及 L_1 等元件组成典型的电感三点振荡器，输出 17kHz 载频信号，经 L_2 、 C_6 、 C_7 和 L_3 分别耦合到电缆 B、C 相芯线和执行电路的信号检测部分。执行电路由 L_3 、 T_2 、 T_3 继电器 J、 R_5 及 C_4 、 C_5 等元件组成。 C_8 、 C_9 和 L_4 为调感开关的槽路元件，置于煤电钻手柄开关处。不打钻时，调感开关槽路处于失谐位置，呈现高阻抗，使 L_3 输入信号很小， T_2 和 T_3 均处于截止状态，J 无电压不工作，接触器 CJ 不能吸合。

打钻时，捏合煤电钻开关手柄，推动罐型磁芯移动，使线圈 L_4 的磁路闭合，电感量增大，形成 C_6 、 L_2 、 C_7 、 C_8 、 L_4 、 C_9 回路对 17kHz 载频的串联谐振，线圈 L_2 两端电压显著增高，经变压器耦合至 L_3 两端的电压亦相应增高，推动 T_2 、 T_3 两支三极管相继饱和导通，带动继电器 J 吸合，动合触点 J_1 将 CJ 线圈供电回路接通，CJ 主触点闭合，煤电钻得电起动。

欲停钻时，松开煤电钻手柄开关，线圈 L_4 磁路的罐型磁芯被弹簧弹开， L_4 电感量显著下降，破坏了谐振， C_6 、 L_2 、 C_7 、 C_8 、 L_4 、 C_9 回路对 17kHz 载频信号呈现高阻抗， L_2 、 L_3 线圈两端电压相应降低，不足以维持 T_2 、 T_3 管继续饱和导通，继电器 J 释放， J_1 断开 CJ 供电回路，CJ 主触点打开，将 127V 电源切断，煤电钻停钻。

煤电钻手柄控制的调感开关的组成结构如图 1

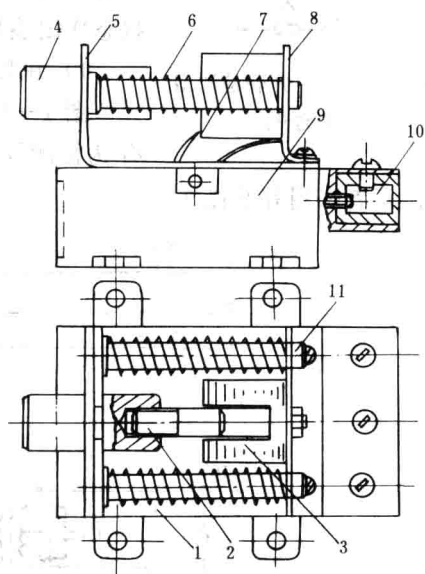


图 1-1-3 调感开关的结构图

1—开关托架座；2—磁芯；3—线圈；
4—活动按钮；5—开关托架；6—按钮压力
弹簧；7—连接导线；8—弹簧固定座；9—
电容器；10—压线嘴；11—压力弹簧芯杆

—1—3 所示。

调感开关控制的特点：

(1) 可省去煤电钻的三相手柄开关，消除了开关正常工作时的电气火花，没有触点磨损，安全可靠。

(2) 杜绝了手柄开关的接触不良，以及由此引起的单相运行事故。

三、煤电钻的电气保护

(一) 短路保护

煤电钻的短路保护方式有两种。

1. 熔断器保护

熔断器保护是过去普遍采用的保护方式，遵循的是电流原则。它是通过合理选择干式变压器二次侧熔断器的熔体定额来实现的。对于单台 1.2kW 煤电钻，一般选用 15A 熔丝进行保护。根据计算，2.5kVA 的变压器，采用 4mm² 电缆供电，其保护长度不能超过 150m。

2. 载频保护

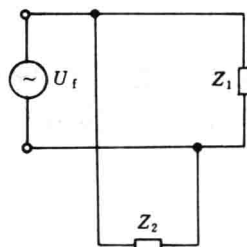


图 1-1-4 并联检测型
原理图

基本原理：遵循绝缘原则，即供电线路相间绝缘完好，不管回路中流过多少电流，保护不动作；反之，回路中没有电流流过，只要相间绝缘损坏，保护照常动作。不但能达到短路保护的目的，而且又具备短路闭锁功能。实现方法与前述载频控制原理基本相同，亦是利用一固定载频信号源向 127V 电钻电缆的三相芯线输入载频信号，通过检测载频信号强度的变化程度，对网路的绝缘状态作出鉴别，当网路出现短路时，给出切断电源的动作指令。

1) 并联检测型

图 1-1-4 是并联检测的原理电路。 U_f 为信号源输出电压， Z_1 为检测取样电路的等效载频阻抗， Z_2 为电缆芯线间等效载频阻抗。三者采用并联接线。

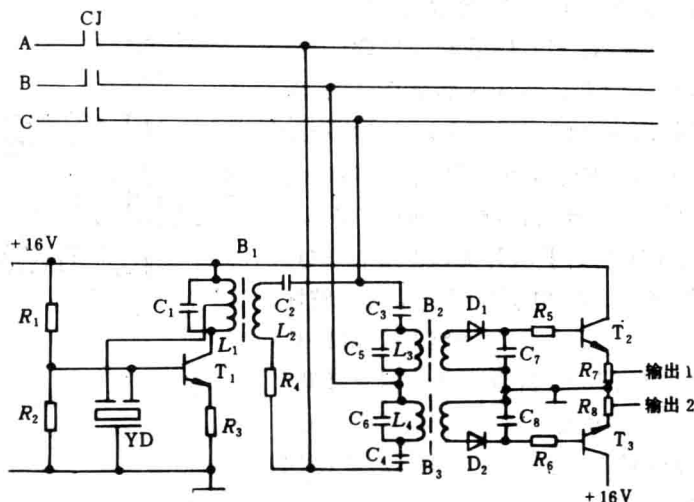


图 1-1-5 并联检测型载频保护电路图

正常时, Z_2 很高, Z_1 两端电压很高; 当相间出现短路故障时, Z_2 变得很低, 信号源输出电流增大, 内阻上的压降升高, 使输出电压降低, 即 Z_1 两端的信号电压变得很小。因此, 通过两种情况下 Z_1 两端电压数值的对比, 即可鉴别系统是否发生短路。

实用电路: 如图 1-1-5 所示。

由 R_1 、 R_2 、YD、 R_3 、 T_1 、 C_1 、 L_1 、 L_2 、 R_4 及 C_2 等元件组成 25kHz 载频信号源, 由 C_3 、 C_5 、 B_2 、 C_4 、 C_6 、 B_3 、 D_1 、 D_2 、 C_7 、 C_8 、 $R_5 \sim R_8$ 、 T_2 及 T_3 等元件组成载频信号检测回路。正常工作时, 127V 相间载频阻抗很高, B_2 、 B_3 的原边绕组获得较高的载频信号电压, 其二次侧输出电压亦相应很高, 经 D_1 、 D_2 整流后推动 T_2 、 T_3 管导通, 输出 1、输出 2 两端子输出高电位。当 127V 相间出现短路时 (例如 A、B 相间), 由于 B_3 原边槽路被短路, 二次没有输出电压, T_3 管由导通转变为截止, 输出 2 输出低电位。因此, 根据输出 1、输出 2 两端子电位的高低, 可判别 127V 系统是否发生短路, 通过执行电路达到短路时迅速切断网路电源的目的。

2) 串联检测型

原理电路示意图如图 1-1-6 所示。

图中元件符号意义与图 1-1-4 相同。区别是 U_i 、 Z_1 、 Z_2 三者采用串联接线。正常工作时 Z_2 很高, 远远大于 Z_1 , 因此, 信号源输出电压 U_i 在 Z_1 上的压降很小, 这是一种检测状态; 当存在相间短路故障时, Z_2 变得很小, 信号源输出电压几乎全部转移到 Z_1 上, Z_1 两端电压增高, 故得到另一种高电压信号检测状态。因此, 根据检测回路等效载频阻抗 Z_1 两端电压的高低, 同样可鉴别系统是否存在短路。

电路实例: 如图 1-1-7 所示。

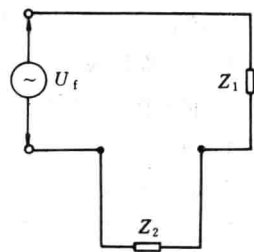


图 1-1-6 串联检测型原理图

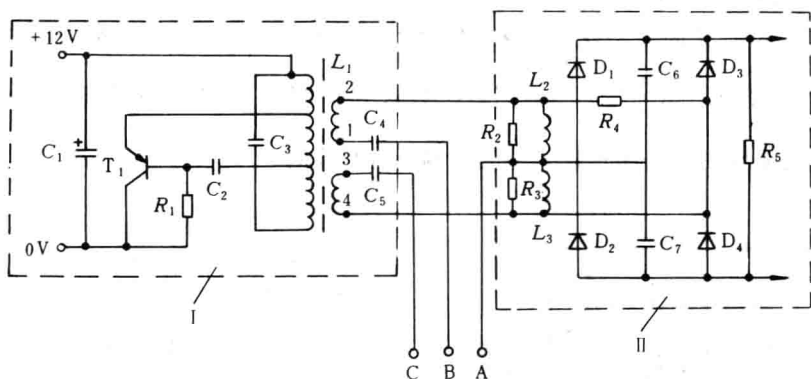


图 1-1-7 串联检测型载频保护电路图

图 1-1-7 电路即根据上述原理设计的。其中虚线方框 I 部分为信号源, 系一单管自激振荡器, 由 T_1 、 L_1 、 $C_1 \sim C_3$ 及 R_1 等元件组成, 振荡频率为 25kHz。虚线方框 II 部分为检测电路, 由 $D_1 \sim D_4$ 、 C_6 、 C_7 、 $R_2 \sim R_5$ 、 L_2 及 L_3 等元件组成。工作原理如上所述, 信号源产生的载频信号经 L_1 的 1、2 和 3、4 两组线圈输出至 127V 供电线路上, $D_1 \sim D_4$ 、 C_6 、 C_7

等元件组成的电路为检测整流桥，分别与 127V 网路相间阻抗串接至信号源的输出端，使 127V 网路的相间阻抗与检测整流桥输出的直流电压成反比。这样，当 127V 网路相间绝缘电阻较高时， R_5 两端电压低；相间短路时， R_5 两端电压最高。因此，检测 R_5 两端电压的高低，即可判定系统是否发生短路，并依此使保护装置做出动作选择。

为了保证任一相间短路时检测整流桥的输出电压一致，对 AB 和 AC 相间短路后的信号输出，采用倍压整流桥方式；对 BC 相间短路，则采用普通桥式整流输出。

为了使检测整流桥交流输入端阻抗一致，在检测整流桥的输入端接有电阻 R_2 、 R_3 和 R_4 。

扼流圈 L_2 和 L_3 的作用是旁路 127V 交流。

(二) 漏电保护

当前我国煤矿井下 127V 电网的检漏方式有两种。

1. 利用 127V 电网作电源直接检测

基本原理如图 1-1-8 所示。三相电网各通过一个限流电阻 $R_1 \sim R_3$ 和整流二极管 $D_1 \sim D_3$ 后汇接于一点作为检漏电源，经检测电阻 R 接地。网路对地绝缘水平较高时，流经 R 的泄漏电流很小， R 两端电压很低，相当于无漏电信号输出。当某相对地绝缘电阻下降过多时，流经 R 的泄漏电流显著增大，形成较高的漏电信号电压。因此，根据 R 输出的电压高低，即可判断网路的漏电程度，当超过容许值时，驱动执行电路，完成保护动作。

为了便于实现保护控制， R 两端输出的电压常取用直流电压，为此，电路中采用了由 $D_1 \sim D_3$ 组成的半波整流电路，其输出电压极性为上“+”下“-”。为减轻其脉动程度，实用中 R 两端常并联有滤波电容。

2. 用附加直流电源间接检测

原理示意图如图 1-1-9 所示。

三相电网经三相电抗器 3DK、单相电抗器 1DK 和旁路电容器 C 接地。附加直流检测电源经取样电阻 R 后并联于电容 C 两端，极性为下“+”上“-”。直流检测回路是：“+”—
A
地—B—3DK—1DK— R —“-”。当网路绝缘水平下降时，流经上述回路的直流检测电流增大， R 上的压降增高，当超过规定值时令执行元件动作，实现保护。

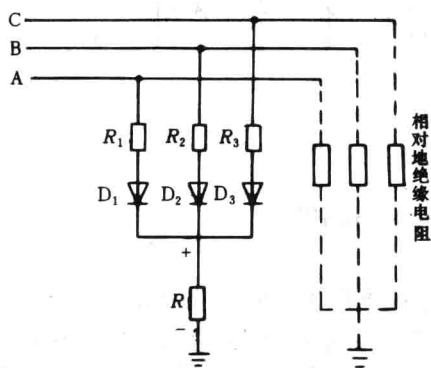


图 1-1-8 用 127V 网路电源检测原理图

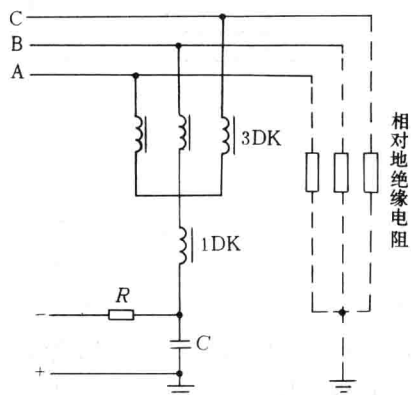


图 1-1-9 用附加直流电源检测原理图

(三) 过负荷保护

煤电钻打眼时,随着煤层硬度不同,它的负荷变化是很大的。根据 1.2kW 煤电钻在井下现场工作时的测量得知,一般煤层打眼时流过煤电钻电机绕组的电流为 6.5~8.5A,不超过额定值 9.5A。但在硬煤层中,打眼时流过电机绕组的电流高达 30~40A,并经常出现卡钻(即堵转)现象。所以,对煤电钻供电必须有过负荷(过载)保护。

保护方式有两种:

1. 热继电器

热继电器一般串接在主回路的负荷侧,当主回路接通,煤电钻电机绕组流过大电流时,使热继电器中的双金属片发热,因不同金属膨胀系数不一样,双金属片弯曲,经连杆推动其常闭触点断开。常闭触点是接在控制回路中,因此控制回路断电,切断主回路电源。

2. 电子综合保护

一般是将流过煤电钻绕组的主回路电流从电流互感器取样,经整流滤波后变为随主回路电流大小变化的直流电压信号,经运算放大器或电压比较器等元件放大鉴别,超过规定时,根据过负荷的大小经不同延时,由执行电路驱动继电器动作,切断主回路电源。

上述两种保护方式的保护特性曲线都是反时限的,与被保护的电机的过载能力曲线相匹配。也就是说,额定电流长期不动作;电流过载倍数愈小,保护动作时间愈长;过载倍数愈大,动作时间就愈短。

国家“七五”科技攻关项目已研制出快速断电的安全技术,将短路保护和漏电保护动作时间加快到小于 5ms(老产品一般为 100~250ms),可有效地防止短路和漏电故障引起的危险。其工作原理如图 1-1-10 所示。

图中画出的三个绕组为主变压器的二次绕组,其尾端不接在一起,而与三相全波整流桥 SZQ 相连。正常工作时主晶闸管 T_1 导通,辅助晶闸管 T_2 关断,二次绕组相当于 Y 形接法,供出 127V 交流电源。当发生短路或漏电故障时, T_2 的控制极得到触发信号, T_2 导通,由于电容器 C_0 事先被充电,于是形成一个强制放电回路:电容 C_0 (+)— T_1 — R_0 —

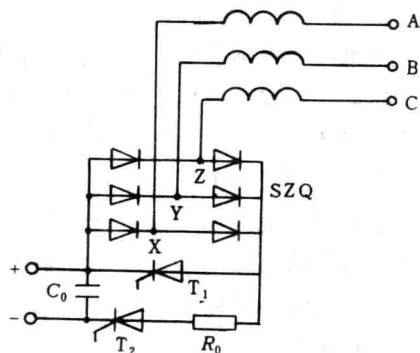


图 1-1-10 快速断电执行部分

T_2 —电容 C_0 (—)。晶闸管 T_1 流过反向电流(被施加了反向电压)而瞬时关断。 T_1 关断后,整流桥 SZQ 和 T_2 给 C_0 反向充电,使 T_2 的阳—阴极之间也得到反向电压而关断,至此中性点完全断开,主电路快速断电。

四、定型的煤电钻综合保护装置

当前国内已定型生产的产品很多,线路设计与结构大同小异。下面介绍几种不同类型、比较合理、用量大的产品。

(一) BZ80-2.5Z 型电钻变压器综合装置

此种型号产品,是在 BZ80-2.5 型的基础上,增加了载频短路保护部分改制而成,由上海电器厂生产。

1. 产品的性能和基本技术数据

主要性能:

- (1) 给煤电钻提供 127V 电源,并能实现煤电钻远距离停、送电控制。
- (2) 具有过载、短路和漏电保护。其中短路、漏电保护都具有自锁和闭锁功能。
- (3) 主变压器一次接线作 Y 及 Δ 变换后,可在 660V 及 380V 电网中通用。
- (4) 上接线室电源侧部分可兼作接线盒用(可并接 50mm^2 的电缆)。
- (5) 有显示正常运行和故障状态的指示灯。
- (6) 具有可靠的机械闭锁。

基本技术数据:见表 1-1-2。

表 1-1-2 BZ80-2.5Z 型基本技术数据

主 变 压 器			被控制煤电钻 功率 (kW)	漏电阻动作值 (k Ω)	漏电动作时间 (s)
接线方式	额定电流 (A)	额定电压 (V)			
Y/Y	2.19/10.85	660/133	1.2	出厂整定值 3 (在 1.5~3 可调)	<0.25 (在 1k Ω 时)
Δ /Y	3.79/10.85	380/133			

注:1. 煤电钻功率 1.2kW 系指机械主轴输出功率,其实际视在功率约为 2.08kVA (如 MSZ-12 型煤电钻)。

2. 综合装置重量为 9.5kg。

2. 结构和主要元件特征

隔爆外壳为圆筒形,具有凸出的底和盖。壳盖与壳身隔爆配合采用转盖止口结构。外壳上部有一接线室,作为进出电缆用。外壳右侧装有操作隔离开关的手柄和检查漏电、短路保护的试验按钮。壳盖与隔离开关手柄两者有机械联锁:开关闭合时,外壳不能打开;壳盖打开时,隔离开关不能闭合。

壳盖上方设有观察窗,窗内黄灯亮表示电源有电,载频检测部分正常投入工作;绿灯亮表示煤电钻已起动运行;红灯亮表示 127V 系统发生故障。

主要元件说明如下:

(1) 隔离开关 K:选用 HZ10-10/3 型转换开关。正常情况下仅作隔离电源用;紧急情况如接触器触头粘连时,可分断电钻堵转电流三次,但每有一次这样动作后均须进行仔细检查。

表 1-1-3 干式变压器绕组参数

电 压 (V)	电 流 (A)	匝 数	导线型号	芯线直径/外径 (mm)
133	10.85	115	QZ-2	1.95/2.07 $\times$ 2
660	2.19	570	QZ-2	1.25/1.36

(2) 一次侧熔断器 1RD:规格为 RL₁-15/10 型,作为主变压器的短路保护。

(3) 主变压器 B:为铁柱式三相变压器,长方外形,按 B 级绝缘设计,容量为 2.5kVA,重 36kg。整个变压器作真空无熔剂浸漆处理,有良好的防潮性能。其上部设有接线方式变