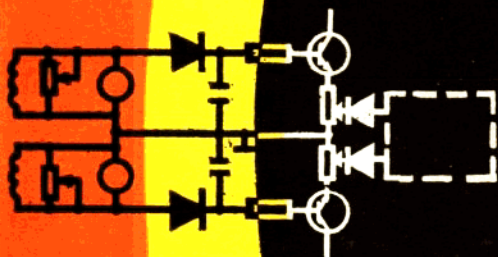


杨运富 编

煤电钻电子式综合保护

(修订本)



煤炭工业出版社

煤电钻电子式综合保护

(修订本)

杨 运 富 编

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书全面介绍了当前普遍使用的煤电钻综合保护的各種方法，其中主要阐述了高频检测法解决煤电钻127V供电系统的短路保护问题。这种新方法对避免煤矿井下瓦斯、煤尘爆炸和燃烧事故，效果显著，是确保煤矿采掘工作面安全生产的行之有效措施。本书着重介绍电子保护线路的原理、调试、制作和维修等内容，有关电子基础知识也作了相应的介绍。

责任编辑：陈 锦 忠

煤 电 钻 电 子 式 综 合 保 护

(修 订 本)

杨 运 富 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092mm¹/32 印张8¹/2 插页4

字数185千字 印数1—1,190

1991年3月第1版 1991年3月第1次印刷

ISBN 7-5020-0426-2/TD·386

书号 3219

定价 3.70元

前 言

高频式煤电钻综合保护装置，煤炭部组织几个厂定型生产，全国煤矿已普遍推广使用，效果显著，基本上消除了127V供电系统的明火事故，从此再不耽心由电引起的瓦斯爆炸重大事故的发生。高频式短路保护已形成新系列，取代了旧系列。

高频式煤电钻综合保护方法，是淮南矿务局根据安全生产中存在的实际问题，反复多年研制而成的，此后，不少局又出现一些高频式电路。笔者曾参与高频式综合保护的研制工作，认为高频检测用在短路保护上是一个创举，本书对高频检测理论作了分析论述。此理论的正确性，不仅在电钻供电系统得到证实，在复杂的660V供电系统中也得到证实，（660V高频检测，笔者曾参与，已定型生产）。

为了配合现场培训学习和维修使用的需要，书中提供了各种具体电路、电气参数以及调试维修方法，以备参考。本书原版中为了启发人们开创新技术，也介绍了一部分实验电路。随着现场使用的考核，有的被否定，有的被肯定，还有的出现了更新更完善的电路。同时现场也积累了不少维修经验。根据这些情况，本书有修改补充的必要，将其理论部分和成熟的电路保留下来，将其没有推广的电路全部删去，补充新式电路。并且增添了许多维修经验和调试方法，力求本书的内容保持新颖实用。

在编写本书过程中，得到我局机电处领导的大力支持，北京煤校、淮南谢三矿硅器件厂淮南潘一矿机电科、河南济

源煤矿电器厂等单位的技术人员的大力帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中定有不少缺点和错误，欢迎批评指正。

编 者

目 录

前 言

第一章 概 况	1
(一) 高频式综合保护装置的作用	1
(二) 技术指标	1
(三) 简单结构	1
(四) 为什么要用高频信号解决短路保护?	2
第二章 高频式综合保护装置的基本原理	4
(一) 综合保护线路方框图	4
(二) 远距离控制停送电的工作原理	7
(三) 远距离停送电的几种电路	8
(四) 短路保护工作原理	11
(五) 漏电保护电路	33
(六) 稳压电源	35
第三章 对电钻综合保护的分析和网路计算	38
(一) 对煤电钻供电系统综合保护的分析和计算	38
(二) 网路阻抗的分析与计算	47
第四章 各种电钻综合保护装置	66
(一) ZZ8L-2.5G矿用隔爆型煤电钻变压器综合保护 装置	66
(二) ZZ8L 型矿用隔爆型煤电钻综合保护装置	72
(三) ZB ₁₂ -Ⅰ型隔爆煤电钻变压器综合保护装置	92
(四) BZ80-2.5Z矿用隔爆型煤电钻变压器综合 保护装置	119

(五) KSGZ-2.5/0.66A矿用隔爆型煤电钻变压器综合保护装置	138
(六) KSGZ-4/1.14矿用隔爆型电钻变压器装置	152
(七) 辽源厂生产的ZZ8L-2.5型煤电钻综合保护装置	159
(八) BZ80-2.5矿用隔爆型煤电钻变压器综合保护装置	161
第五章 安装和维修	171
(一) 电子元件的筛选	171
(二) 技术要求	173
(三) 高频式综合保护装置的故障处理	175
第六章 有关基础知识	177
(一) 电容器及其延时电路	177
(二) 晶体管的基本工作原理	178
(三) 晶体管的简易测试方法	211
(四) 晶体管的开关特性	215
(五) 射极跟随器	219
(六) 发射极耦合双稳触发器	220
(七) 单结晶体管张弛振荡器	222
(八) 可控硅	229
(九) 直流稳压电源	237
(十) 振荡电路	252
(十一) 集成元件339原理简介	258

第一章 概 况

(一) 高频式综合保护装置的作用

1. 有效的防止明火事故。电钻电缆不带电时发生短路，可以闭锁电源，短路点无火花。电缆带电期间发生短路，保护动作时间快，可迅速切断电源，防止电缆“打炮”和着火。

2. 可以远距离停送电。电钻不工作时，127V电缆不带电，工作时能自动停送电，减少带电危险。

3. 有漏电保护。127V电缆三相任意一相对地绝缘电阻降低到 $3k\Omega$ 以下，或人身触电时，漏电保护动作，切断电源，保护人身安全。

(二) 技术指标

1. 额定电压127V适应电压波动范围108~146V。

2. 温度 $0\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，环境相对湿度在97%(+25 $^{\circ}\text{C}$)以下可以长期工作。

3. 电缆保护长度。4mm²电缆达300m，漏电保护和远距离停送电部分性能与电缆长度无关。

4. 动作时间。短路保护动作时间0.02~0.1s，漏电保护动作时间 $\leq 0.25\text{s}$ 。

(三) 简单结构

采用“三合一”方式，将干式变压器、初级电源隔离开

关和电子综合保护部分，集装在一个防爆外壳内。其中干式变压器是固定的，余者全部装在一个骨架上，骨架带滑道，便于检修时将骨架拉出。

干式变压器初级设有熔断器，作为后备保护。变压器次级出口端接有交流接触器，作为切断电缆电源的控制器。还有电子保护线路板。为了保证电子保护装置动作可靠，本装置还设有短路和漏电试验开关。此外，还配有指示器，工作正常和发生故障的灯光显示，便于及时判断故障。

本装置也可以不装干式变压器，与老干式变压器配合使用。

(四) 为什么要用高频信号解决短路保护？

以上介绍的几种保护作用，最关键的保护是短路保护。短路保护，过去都是用熔断器，它存在很多缺点：1. 熔断器的熔断时间慢，熔断时间与通过熔断器电流大小有关。电缆越长，短路电流越小，据测试， 4mm^2 电缆，长度150m时，短路电流大约等于额定电流的四倍，熔断时间需几秒，由于井下使用电缆较长，这很容易引起电缆“放炮”和着火。2. 熔断器由于靠短路电流起作用，因此，电缆无电期间发生短路没有监测作用，短路点终究要发生火花。在有瓦斯煤尘的地点，肯定是危险的。因此，用熔断器作电钻供电系统的短路保护对防止明火事故，起不了多大作用。

高频保护的优点：高频保护的動作不依赖127V系统电流，而是靠独立的高频信号的连续检测，不论电缆有电与否，对其短路故障都可以做到有效鉴别。

当电缆无短路故障时，高频信号强度大，当电缆有短路故障时，高频信号显著变小。利用这种信号差异，作为判别

电缆是否存在短路的根据，并通过开关放大器去控制电源。

当电缆无电时发生相间短路的情况下，保护装置能闭锁电源，使短路点不产生危险火花；当电缆带电时发生相间短路的情况下，由于保护动作迅速，短路点冲不破电缆外套。因此，无论在有电和无电期间，都能基本防止明火事故。

这里顺便提一下用电流互感器组成的电子过流保护，其反应与动作虽比熔断器灵敏、迅速、但装置的保护动作，仍然依赖于127V系统中的短路电流予以实现。不具有无电检测作用，不能提前发现故障。

第二章 高频式综合保护装置的 基 本 原 理

(一) 综合保护线路方框图

在井下工作面使用的电钻，一般所用设备有干式变压器、一根四芯电缆和变压器初次级的熔断器，如图2-1所示。

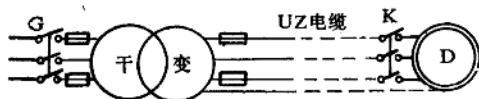


图 2-1 一般电钻所用设备

加了电子综合保护后，在前面已有的基础上，于次级增加一个交流接触器及一套电子保护与控制装置。该装置由三个部分组成：远距离停送电，短路保护和漏电保护。这三个部分各带一个继电器，并且各有一个触点分别串接在交流接触器线圈回路当中。控制这些触点就能控制交流接触器的吸合和释放。对电缆来说，也就是可以使电缆有电和无电。如图2-2所示，电缆无短路漏电时， J_{22} 和 J_{32} 都处在常闭状态。远距离停送电的触点 J_{12} 要是处于闭合状态，交流接触器吸合，电缆有电；反之，交流接触器释放，电缆无电。如果电缆发生短路或漏地，短路保护控制的触点 J_{22} ，或漏地保护控制的触点 J_{32} 打开，交流接触器释放，电缆无电，起到保护作用。

电子保护部分，其电气原理如图4-4所示。为便于了解

起见，首先应把它划分为几个环节，然后再搞清各个环节的作用和它们之间的联系。

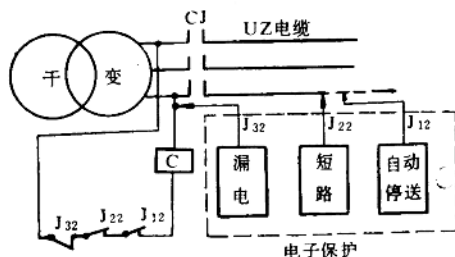


图 2-2 综合保护装置电路原理图

一般说，一个控制线路，应具有控制信号，信号鉴别推动，输出能量。围绕着上面的要求，控制线路应具有检测环节或者叫传感器或者叫探头；为把控制信号取出来，还应具有放大鉴别级，以便对控制信号进行放大和鉴别；最后应具有执行机构将鉴别放大的信号能量去推动某一个机械，如推动一个继电器吸合，触点动作等。如图2-3a所示。这套电子保护装置，其控制线路，也有检测、鉴别、执行三个环节。

短路保护部分：如图2-3所示，由高频源和测量网络组成信号检测环节；由电子开关电路组成电压鉴别环节；由三极管和继电器组成输出环节。

远距离停送电部分：如图2-4所示，直流源、手把开关和回路电阻等组成检测环节；小继电器组成鉴别、输出两个环节。也有的在鉴别环节增加一级放大。手把捏合，沟通直流电源回路，继电器得电而吸合；手把不捏合，直流电源构不成回路，继电器失电释放。

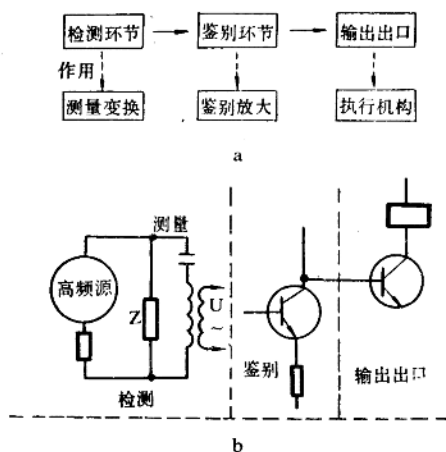


图 2-3 短路保护线路示意图

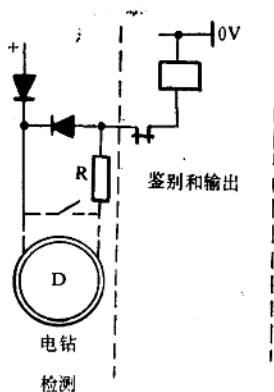


图 2-4 远距离停送电线路示意图

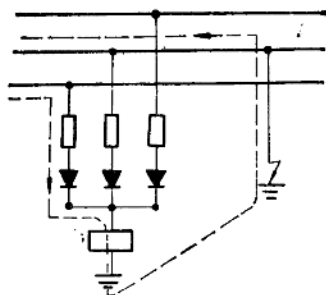


图 2-5 漏电保护简图

漏电保护部分：检测源利用127V网路电源，通过二极管整流，变成检测直流信号，继电器担任鉴别输出出口。当电缆对地严重漏电时，检测直流信号的回路电流增加，流过继电器的电流增加，当达到继电器吸合值时，继电器吸合，漏电保护动作。当三相电缆对地漏电不严重时，直流回路电流很小，不足以吸合继电器，漏电保护不动作，如图2-5所示，为漏电保护电路。

（二）远距离控制停送电的工作原理

利用原四芯电钻电缆和电钻手把开关，控制直流检测信号，通过鉴别、输出环节而达到控制停送电。其中的127V交流电，通过二极管箝位整流，使其不影响直流检测信号。

一、送电过程

由图2-6知，直流电流通过开关K实现对继电器回路的通电控制。K接通时，直流检测信号通路：(+)B→D₁→K→电钻绕组→CJ₁→R。继电器J₁吸合其触点J₁₂吸合，交流接触器C吸合，电缆有127V电，同时常闭触点CJ₁断开，切断直流信号回路，继电器维持吸合的电流，由电流互感器供给。有的自动停送电线路，在继电器回路中串接一开关三极管，直流信号电通过三极管放大后，带动继电器。

二、停电过程

电钻手把松开，电缆无电流，电流互感器不感生电压，继电器J断电释放，切断电源。所以手把一松，不但电钻不转，电缆也无电。

三、隔离127V电源

直流检测信号与127V交流电同走一个电缆，因此要防止127V交流电干扰直流继电器系统。这可通过设置交、两直

个电流通道予以完成。图2-6中的直流电流通路是从直流的正极回到直流的负极，而交流电是从127V的A相经 R 、 D_2 ，回到B相。只要电缆有交流电， CJ_1 是打开的，交流电不会流入直流继电器系统；即便触点是闭合的，交流电流很少流入直流继电器回路（即 $R \rightarrow R_1 \rightarrow BG_1$ 发射结 $\rightarrow$ 直流源负极），因为电阻 R 、 R_1 阻值大，通过的交流电流很小，不影响工作，可以忽略不计；而 D_2 支路，只有0.7V门槛电压，回路电阻很小，是交流的主要回路。

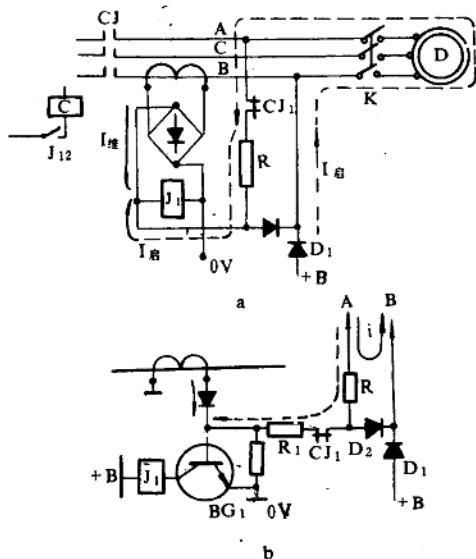


图 2-6 自动停送电原理图之一

(三) 远距离停送电的几种电路

第一种：如图2-7所示。

采用先导回路控制，电钻起动时，闭合手把开关K，接通下述先导回路： $+20V \rightarrow D_1 \rightarrow K(b相) \rightarrow$ 电钻绕组 $\rightarrow (C相) \rightarrow CJ_1$ （常闭触点） $\rightarrow R_8 \rightarrow D_3 \rightarrow J_1$ （线圈） $\rightarrow 0V$ 。 J_1 有电压吸合，CJ交流接触器主触点闭合接通主回路。与此同时，CJ交流接触器的辅助触点 CJ_1 打开，切断先导回路，此时 J_1 的供电电源由电流互感器LH二次感应信号经过整流提供。

停电时，K断开，主回路电流中断，LH无输出， J_1 失电释放，CJ随之断开，切断电源，电缆不带电。

二极管 D_1 、 D_2 用于实现127V网路与先导电路电源之间相互隔离。

第二种电路：如图2-7所示。

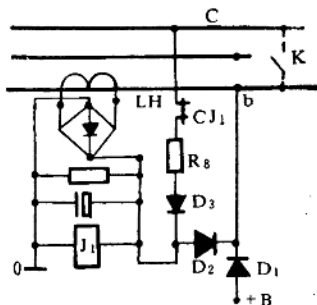


图 2-7 自动停送电原理图之二

这种电路，与第一种电路基本相同，只是增加了一只放大管；这样，检测电流小一些，电流互感器体积小一些。

第三种电路：如图2-8所示。

该电路的直流检测和交流旁路部分，与前两种相同，所不同的地方，增加了放大管和将先导回路中的常闭触点改成电容器， BG_7 为检测直流信号的放大级， BG_8 为电流互感器感应信号放大级， C_{16} 在起动电钻时充电，供给 BG_8 末放级基流，使输出电路得电工作，在电钻运转时利用它隔绝先导回路电流。

第四种电路：该电路基本原理与上述几种相同，但具体电路有所变动，上面的电路，是将直流信号当做启动信号，

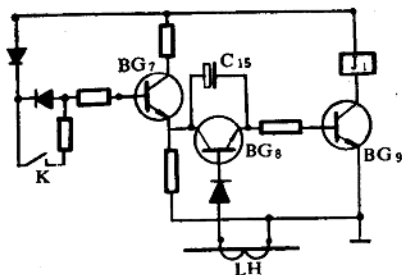


图 2-8 自动停送电原理图之三

该电路是将交流信号送入127V 电缆,然后再经桥式整流做启动信号,另外一点、启动信号不直接驱动三极管,而是通过UJ单结晶体管,然后再去三极管输入级,由于单结晶体管没有峰值电压,实际上是导通阈值电压,它的优点是导通和截止都具有开关状态,不会产生电缆漏电阻值偏低而误送电。

启动电流源为30V交流,一端接127V三相电缆的C相(其它如A相也可以),另一端接整流桥的交流臂。在三相电缆的B相引出,经电阻,电容,接到整流桥的另一交流臂。经整流后变成直流,到达单结管,经过一定延时,从单结管打出脉冲,使三极管导通, J_1 吸合,处于打钻状态,由HL电流互感器感生的电流、经 D_6 、 C_{14} 整流滤波,会集到三极管输入级,取代启动电流,维持电钻的运转,当电钻手把松开即断开74K开关时,电流互感器失去电流,启动电流的回控也断开,三极管失去输入电流而截止。电钻电缆都没有电。电路图如图2-9。