

电动机智能综合保护器在煤矿内的应用分析-安科瑞

产品名称	电动机智能综合保护器在煤矿内的应用分析-安科瑞
公司名称	安科瑞电子商务（上海）有限公司
价格	.00/件
规格参数	
公司地址	上海市嘉定区育绿路253号2幢4层（注册地址）
联系电话	18702100157 18702100157

产品详情

电动机在运行状态下可能会发生各种各样的故障，这与工作环境、使用方式和维护周期等因素密切相关。特别是在煤矿井下，由于井下环境恶劣，电动机长时间暴露在煤尘、潮湿等恶劣环境中，容易导致电动机散热道堵塞等，经常会出现电动机的烧损。因此电动机智能综合保护器的设计就显得非常重要。

一、电动机智能综合保护器结构分析

矿用电动机智能综合保护器的系统指的是通过电流互感器和电压互感器对煤矿井下电网供电系统进行变压，通过信号调理电路和信号采集电路(A / D转换电路)，*后转换成微控制器能够识别的数字信号；通过对微控制器进行相关编程，对采集到的信号进行处理，判断电动机当前处在什么状态；通过对该状态的判断，经由电动机保护控制电路实现对电动机的保护和控制。同时由于对煤矿井下电动机的现场巡检并不是很方便，在此设计的电动机智能综合保护器还要加上与井上上位机通信的功能。为方便就地检查，同样需要在保护器上设置电动机状态显示与报警界面，实现良好的人机交互，同时应加上按键调节功能以适应不同电网电压等级下对电动机不同的要求。

二、保护器工作状态分析

2.1 漏电保护

煤矿井下电动机及其供电线路常见的漏电故障有：

(1)电动机或者供电线路因长期暴露在潮湿环境中，导致其绝缘电阻下降，流向大地的对地电流增大，从而使电动机及电气设备外壳带电。

(2)电动机或者供电线路带电体发生部分裸露现象，致使未受到高度重视的井下人员误触到该处，或者直接间接通过导体工具而致使其中一相接地，造成漏电事故。

(3)电动机或者供电线路绝缘部分因为久置老化、电压性击穿或者机械损坏等原因而发生一相中的金属性接地或弧光接地。

人身触电造成人身伤亡的危险主要与流经人身的触电电流和流过这些电流时间长短有关系。一般在不考虑电网电容情况下，人体触到一相导线时，30mA为允许通过人体的*大触电电流，即30mA以下不至于发生生命危险。井下在660V时引爆瓦斯的安全火花电流为50mA以下。所以，漏电安全临界电流值应该为30mA。

在忽略电网对地分布电容情况下，对于中性点不接地系统中人体触电电流计算公式中： I_r 为通过人体的电流，单位为A； E 为供电电路的相电压，单位为V； r 为供电电路每相的对地绝缘电阻值，单位为 Ω ； R_r 为人体电阻值，单位为 Ω ，在煤矿井下一般按照*低值为1k Ω 计算。

对于煤矿井下中性点不接地系统，通常其漏电电流非常小，不易区分故障与否，因此需要添加一个接地的检测电源E，如图1所示。将附加的直流检测电源E接入三相系统，如果系统出现漏电现象，那么电流将按照电源正极 电网对地绝缘电阻 三相电网系统 电源负极流向来运行，由于单回路系统，电流不变，因此通过漏电保护电路检测采样电阻R两端的电压U的大小从而可以间接知道电网对地绝缘电阻阻值的变化，进而可以检测到电网是否发生漏电现象。这种方法称为附加直流电源漏电保护法。

图1 附加直流电源漏电保护

漏电闭锁同样是一种重要的漏电保护方法，顾名思义，漏电闭锁是指当检测到线路发生漏电时，需要闭锁住电闸，防止人员送电之后因漏电而发生事故。当三相系统未通电情况下，通过附加直流电源方法可以检测到电网对地绝缘电阻阻值的变化，从而判断是否发生漏电现象。在三相电网未通电情况下，如图2所示，接触器KM主触点断开，接触器KM常闭触点将附加直流电源接入系统，如果发生漏电，则电压U发生变化，从而触发漏电保护电路动作，达到漏电闭锁保护的的目的。

图2 附加直流电源漏电闭锁

2.2 过载保护

常见的电动机运行方式主要有长时间运行、短时间运行及重复短时间运行三种，在这三种运行方式下，电动机的发热情况各不相同。因此，同一台电动机按短时间运行方式或者重复短时间运行方式使用时可以允许有较大的输出，即可短暂地过载，而采用长时间运行方式时电动机不可长期过载运行。为了确保电动机长期稳定运行，不会因为短时间的过载而发生停止运行的现象，这就要求电动机要有一定的过载能力。异步电动机的过载能力通常用*大力矩 M_m 除以额定力矩 M_H 得到的商 K_M 来表示，中小型电动机的 $K_M = 1.6 \sim 1.8$ ，中型及大型电动机的 $K_M = 1.8 \sim 2.5$ ，有特殊要求的电动机 K_M 可以达到 $2.0 \sim 3.0$ 或更大。

在这里，通常将电动机过载保护特性定义为：电动机的过载倍数与其过载保护动作时间之间的关系。如图3所示为电动机的过载保护特性曲线。

图3 电动机过载保护特性曲线

从图3可以看出，不同的保护特性曲线拥有一个共同的特点就是，电动机只能在保护特性曲线的左侧正常工作，曲线1、2、3中的每一条与曲线4之间的区域为无效区域，即该区域不能被充分利用。曲线3是以上三种曲线中*接近曲线4的，也就是反时限过载保护特性效果**。

反时限过载保护的过载倍数即故障电流大小与过载保护的的动作时间成反比，电流的大小决定了动作

时间的走势。因此电动机的过载整定时间应该为某一电流值的某一倍数下的动作时间。

电动机过载运行状态指的是当其运行电流大于额定电流时的工作状态，电动机过载时会引起电动机的铜耗急剧增加，从而使得电动机的绕组发热导致电动机烧损，因此可以间接检测电动机的运行电流来判断电动机的发热情况，实现电动机过载的保护。因为这种方法检测的对象是电流，能适应于一切电气负载，而且其调整灵活、维修方便，所以得到了广泛的应用。因此，在本设计中，根据煤矿井下情况，选用 $C = 2$ 时的极度反时限过载保护方法对电动机进行保护。

2.3短路保护

由于电动机发生短路故障时将会带来非常严重的后果，因此，在设置电动机综合保护器中的短路保护时应该是速断保护。电动机的启动电流往往非常之大，接近短路时候的电流。所以，电动机的短路整定电流倍数应该大于使电动机稳定启动的*大电流，通常取电动机额定电流时的8~10倍，将时限设置为躲过电动机启动时瞬间冲击电流的时间，这个时间一般大于0.04s。

电动机在运行时通常还会发生堵转故障，堵转故障发生时通过电动机的电流同样非常大，为区分堵转故障电流和电动机正常启动瞬间的电流，一般将使电动机稳定启动的*大电流作为堵转保护的整定值，将时限设置为通常电动机在重载情况下启动的时间，这个时间一般为8~16s。电动机的堵转保护与短路保护共同构成了电动机的短路保护。

在本设计中采用对电流的鉴幅式保护原理，其中可以对短路电流保护值进行设定，以适应于不同的电网等级中。

2.4断相与三相不平衡保护

引起电动机烧损的另一个原因就是三相不平衡，严重的三相不平衡则可能产生断相，占10%以上烧损的电动机是由这两种原因引起的，在做电动机综合保护器时，这两种情况必须考虑。从广义上来说，电动机绕组上的输入电流达到一定程度的不对称即为三相不平衡，这便是所谓的故障状态，更为严重的电动机绕组电流不对称状态就是电动机的断相运行状态。

三相不平衡或者断相故障增加了变压器及输电的铜损。三相不平衡电流对系统铜损的影响为：

假设 R 是电动机系统三相电路与变压器绕组之间的电阻之和，如果三相电流平衡，假设 $I_A = 10A$ ， $I_B = 10A$ ， $I_C = 10A$ ，那么总铜损为 $10^2R + 10^2R + 10^2R = 300R$ ；如果三相电流不平衡，假设 $I_A = 5A$ ， $I_B = 10A$ ， $I_C = 15A$ ，那么总铜损为 $5^2R + 10^2R + 15^2R = 350R$ ，比平衡状态的铜损增加了50R，也就是增长了17%；在严重情况下，也就是断一相的情况下，假设 $I_A = 15A$ ， $I_B = 0A$ ， $I_C = 15A$ ，那么总铜损为 $15^2R + 0 + 15^2R = 450R$ ，是平衡状态时铜损的1.5倍；在*严重情况下，也就是断两相情况下，假设 $I_A = 0A$ ， $I_B = 0A$ ， $I_C = 30A$ ，那么总铜损为 $0 + 0 + 30^2R = 900R$ ，是平衡状态时铜损的3倍。由此可见，三相不平衡或者断相对电动机的损坏是相当大的，对其进行检测是必不可少的。

当三相电流平衡时，三相电流的值是相等的，当不平衡时，每相将会发生相应变化。本设计中，根据以上原理通过式(3)计算方式来确定三相电流的不平衡度。

$I_{max} - I_{min}$ 公式中： I_{max} 为三相线电流中电流*大值； I_{min} 为三相线电流中电流*小值。

由此，根据式(3)计算出的不平衡度可以判断三相不平衡的程度，当计算结果为100%时，则说明电路中已经发生断相故障，此时应该立即执行相应保护动作。2.5欠压和过压保护欠压和过压保护是煤矿井下必不可缺的保护类型之一。当电网电压下降到额定电压的75%时即被称为欠压，此时保护器对电动机进行保护延时跳闸；同样，当电网电压超过115%的额定电压时即被称为过压，此时保护器对电动机进行保护延时跳闸。采用鉴幅式保护原理对电动机进行欠压和过压保护。鉴幅式保护原理是指将采集到的

电网电压参数进行整流、滤波，通过对A / D转换器结果进行判断之后执行相应延时保护动作。

三、保护器选择分类

现代智能电机保护器还有很多在实际生产中需要的功能，如回看功能、远程通讯、远程控制、多种启动方式选择等。

保护器在类型上分为：一般普通型、数码显示监控型、智能监控中文显示型。

3.1一般普通型

结构比较简单，主要功能以突出过载、缺相(三相不平衡)堵转等故障保护。故障类型采用指示灯显示。

3.2数码显示监控型

数码显示监控型保护器，内部电路运用单片机，采用数码管作为显示窗口，智能化综合保护，集保护、测量、通讯、显示为一体。整定电流采用数字设定，用户可以自行对各种参数修正。

3.3智能监中文显示控型

智能汉字显示更适合国内，与其他类型相比，功能更加完善。此类产品对各种参数、状态、信息直接在操作面板单元上中文汉显液晶显示，使界面更加直观醒目，并且支持远程计算机通讯功能。启动方式有多种选择，并有存储回看功能，给后期的维护维修提供了数据依据。

四、保护器在选择上应注意事项

在选择保护器的同时，还要考虑到以下几种因素：

- (1)电动机主要参数：主要是功率、电压、电流、频率方面,为选型提供依据。
- (2)使用环境因素的影响：主要指温度、湿度、污染等。
- (3)电动机使用方向：指拖动机械设备要求。
- (4)控制系统：控制模式有手动、自动化程序等工作运行。启动方式有直接、降压、星三角、频敏变阻器、变频器、软起动等启动方式。
- (5)安装要求：在选型上要考虑安装空间大小，留有足够的余量，便于散热及接线、维护、查看方便。
- (6)灵敏度要求：是带载启动还是空载启动，是满载还是逐渐加载，主要是在电流设定方面要考虑到启动瞬间的电流值与额定电流值之间的时间差。
- (7)其他方面：如生产现场对电动机位置的随意性、启动停止的频繁程度等。

五、ARD系列电动机保护器产品选型介绍

ARD智能电动机保护器适用于额定电压至660V的低压电动机回路，集保护、测量、控制、通讯、运维于一体。其完善的保护功能确保电动机安全运行，带有逻辑可编程功能，可以满足多种控制方式。该产品采用分体式结构，由主体、显示单元、互感器组成，可适应各种柜体的安装。可选配不同通讯模块适应现场通讯需求。

5.1、功能特点

支持基波和全波电力参数测量（U、I、P、Q、S、PF、F、EP、EQ），电流及电流不平衡度、电流正序、负序、零序分量、电压、三相电压相角、剩余电流。

保护功能包括过载反时限、过载定时限、接地、起动超时、漏电、欠载、断相、堵转、阻塞、短路、溢出、不平衡(电流、电压)、过功率、欠功率、过压、欠压、相序、温度、tE时间、外部故障、起动次数限制、运行时间报警、故障次数报警。

9路可编程DI输入，默认采用内置DC24V电源，也可选择外部有源湿接点。

5路可编程DO输出，满足直接起动，星—三角起动，自耦变压器起动，等多种起动方式，可通过通讯总线实现主站对电动机的遥控“起/停”。

可选抗晃电功能：支持晃电立即再启动、失压重起动。

可选配MODBUS_RTU通讯、PROFIBUSDP通讯，支持*多2路通讯接口。

可选配1路DC4-20mA模拟量输出接口，与DCS系统相接，可实现对现场设备的监控。

具有故障记录、起动记录、停车记录、DI变位记录和再起动记录等各类事件记录。

显示界面液晶显示，支持中/英文切换。

5.2、产品选型

六、结论

本文结合煤矿井下实际情况，设计了一款矿用电动机智能综合保护器。设计方案切合实际要求，实现了电动机在电网中出现漏电、欠压、过压、三相不平衡、断相、过载、短路等故障状态时的检测与保护功能，确保了系统的可靠性、准确性、抗干扰性和灵敏性。