

[开关设备]

智能保护器RPC2701在矿用隔爆型真空馈电开关中的应用

文/北京科技大学 吕卫阳
北京蓝普锋科技有限公司 张永川

根据矿用隔爆型真空馈电开关的应用需求和电气自动化控制技术的发展趋势，介绍了基于智能保护器RPC2701的矿用隔爆型真空馈电开关的技术方案。现场的应用情况表明，智能保护器RPC2701能够很好地满足馈电开关对漏电保护快速性和稳定性的要求。

为了保证煤矿井下安全供电，矿井供电系统普遍采用过电流保护、漏电保护和接地保护等多种保护措施，其中漏电保护是防止人身触电的重要措施。从安全的角度来考虑，无论采用哪种接地方式，高压电网和低压电网都必须安装漏电保护装置。漏电保护的目的是通过切断电源来防止人身触电危害和漏电电流引发的电气事故。我国煤矿安全规程规定，矿井变电所高压馈电线上应装设选择性的检测漏电保护装置，井下低压馈电线上应装设带有漏电闭锁的检测漏电保护装置。

智能保护器RPC2701性能介绍

针对煤矿井下工作环境恶劣而且电磁干扰较大的实际情况，智能保护器RPC2701是专门为煤矿井下低压电力设备研制开发的。基于PLC技术的智能保护器RPC2701是集成继电保护、综合测控和数据通信等多种功能于一体的高可靠PLC保护器，安装在电力设备的防爆柜中，适用于380 V、660 V、1 140 V和3 300 V等多种电压等级，满足各种额定电流的馈电开关、启动器、移动变压器低压头和双机双速开关等矿用电力设备的需要。智能保护器RPC2701的控制和保护信号可以直接采样进入保护器，具有保护精度高、反应速度快和可靠性高的特点，能够完成过电压、欠电压、过载、短路、漏电、超温和三相不平衡等保护功

能，能够对电网绝缘电阻进行监测，具有模拟漏电和短路试验功能，可以进行零序方向角、总有功功率和功率因数的计算，并且还可以进行组网通信。智能保护器RPC2701的输入和输出通道包括8路DI、6路DO和1路电压型AI，不需要通道扩展，就可以满足馈电开关的保护功能，不仅成本低，而且稳定性高。智能保护器RPC2701的正面外观如图1所示。



图1 智能保护器RPC2701的正面外观

智能保护器RPC2701可以直接采集三相电压、三相电流、零序电压、零序电流、系统电压和绝缘电阻等信号。在使用时，不需要将交流信号转换为直流标准信号进行采样，而是直接对交流信号进行交流采样，即直接将交流信号送入智能保护器RPC2701的模拟量输入通道，从而实现交流采样。智能保护器RPC2701根据采集到的交流信号来控制断路器的合闸与分闸。智能保护器RPC2701的内部采用DSP芯片，漏电保护动作和短路保护动作通过功能块进行立即输出，在信号采集和故障发生时，缩短了执行保护动作的时间，

分支开关保护的動作時間小於30 ms，總開關保護的動作時間小於200 ms。系統還增加了根據電網分布電容的大小和電網電壓的高低來自動整定選擇性漏電的保護特性和動作參數的功能，提高了保護系統的智能性。此外，在保護系統中，還採用了工業觸摸屏技術，建立了良好的人機界面，提高了開關的穩定性。在工業觸摸屏上，可以顯示開關的合閘與分閘、電網的絕緣狀態、動作整定值和開關工作狀態。在故障發生時，可以及時記錄並跳閘，並顯示故障參數和故障狀態，進而實現人或設備的保護，提高了判斷故障和排除故障的效率。

漏電保護裝置是智能保護器RPC2701的核心部分，由硬件和軟件兩個部分組成。硬件主要包括各種監測與控制電路，即開關狀態檢測、三相電壓檢測、三相電流檢測、附加直流電源電壓檢測、回路絕緣電阻檢測和斷路器輸出控制功能等。此外，控制電路在軟件的配合下，還可以完成觸摸屏畫面切換顯示實時信息、按鍵處理、故障記憶和查詢等功能。

為了解決漏電保護裝置對響應的快速性和穩定性要求，在軟件方面，開放智能保護器RPC2701程序的源代碼，將漏電保護和短路保護等功能製作成庫文件，直接方便用戶使用；在硬件方面，省去了信號的變送裝置，智能保護器RPC2701可以直接進行交流採樣，提高採樣速度，實現保護動作的快速性和穩定性。智能保護器RPC2701能夠在規定的時間內實現對信號的採集和處理，能夠滿足井下漏電保護裝置保護人身安全的目標，從而達到保護人身安全的目標。

基于智能保护器RPC2701的矿用隔爆型真空馈电开关

在煤矿井下三相中性点不接地的供电系统中，矿用隔爆型真空馈电开关可以作为井下配电系统的总开关或分支开关来使用，也可以作为大容量电动机在不频繁起动时的控制装置来使用。煤矿井下三相交流电的工作频率为50 Hz，额定电压为660 V或1 140 V，额定电流为50 A至1 000 A。采用馈电开关专用智能保护器RPC2701作为矿用隔爆型真空馈电开关的保护器，满足漏電保護裝置對快速性和穩定性的要求，可以完成礦井低壓電網的二級選擇性漏電保護、對稱短路保護、不對稱短路保護、斷相保護、過載保護和過電壓保護

等功能。

1. 矿用隔爆型真空馈电开关的操作界面

專用智能保護器RPC2701通過RS-232串行通信口與觸摸屏HMI進行通信，並預留RS-485串行通信口與上一級通信分站進行通信。矿用隔爆型真空馈电开关的操作界面如图2所示。

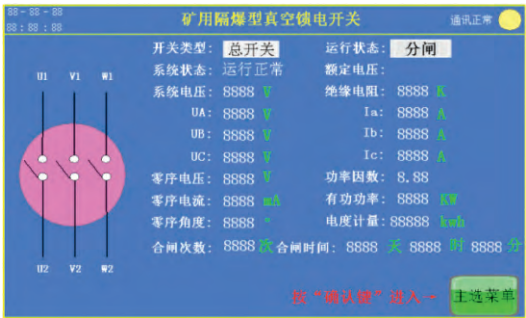


图2 矿用隔爆型真空馈电开关的操作界面

2. 矿用隔爆型真空馈电开关的电路设计

矿用隔爆型真空馈电开关的漏電保護系統由兩部分組成，其中一部分是基於附加直流檢測的總漏電保護系統，另外一部分是基於零序電流方向判斷的分支漏電保護系統。該漏電保護系統既可以完成井下低壓電網單相漏電時橫向選擇性和縱向選擇性功能，又能夠保證電網對稱漏電時保護動作的穩定性，使饋電開關既可靠又安全。矿用隔爆型真空馈电开关的电气原理图如图3所示。

(1) 基于附加直流检测的总漏电保护系统

附加直流电源检测式漏電保護原理如图3所示，主要由三相電抗器及同步變壓器T3、零序電抗器及零序變壓器T2、電阻電容組成的濾波回路和直流電源組成。通過模塊RL通道附加的直流電源檢測電網對地絕緣電阻的變化。當直流電壓一定時，檢測的電阻值變化。當絕緣電阻下降到如表所示規定的動作值時，PLC程序調用中斷進行立即輸出，使繼電器動作，其常開觸點接通饋電開關的分勵脫扣線圈，使開關跳閘，實現漏電保護，並通過液晶顯示屏將對地電阻值直觀地顯示出來。附加直流電源檢測式漏電保護系統具有保護全面和動作無死區等優點，但也具有動作無選擇性和動作時間長等缺點。對於1 140 V等級，1 kΩ的漏電動作時間不大於30 ms。

表 動作電阻值

電壓等級/V	380	660	1 140
動作阻值/kΩ	3.5	11	20

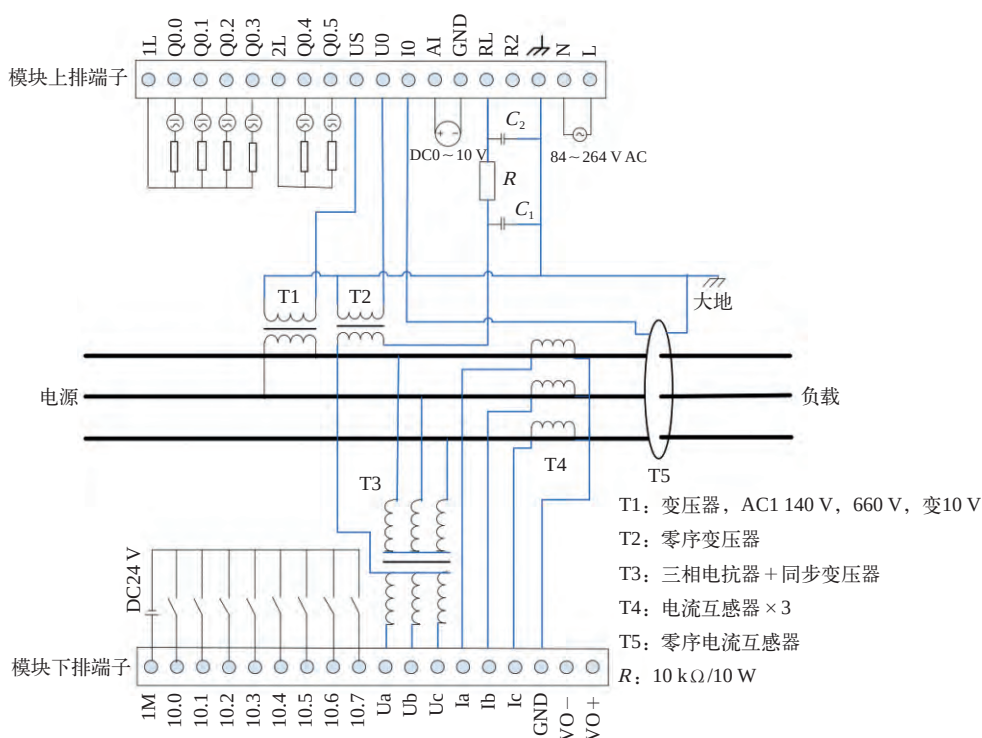


图3 矿用隔爆型真空馈电开关的电气原理图

(2) 零序功率方向式选择性漏电保护

矿用低压防爆馈电开关的选择性漏电保护是指当矿井低压电网某条支路的某一相发生人身触电、或单相对地放电、或单相对地泄漏电流时，能及时检测出漏电故障并作用于跳闸，有选择性地只切断故障线路，保证非故障线路安全运行的保护设施。当电网非对称性漏电时，由取样电路分别从电网中取出零序电压 U_0 和各支路的零序电流 I_0 信号，如图3所示，经放大整形后，由相位比较电路来判断故障支路，再判断是否达到门槛值，最后起动执行电路，切断故障支路的电源，实现有选择性的漏电保护。零序功率方向式选择性漏电保护具有很强的横向选择性，即有选择性地地进行漏电保护，不会像检漏继电器那样，只要电网某处发生漏电就引起整个电网总停电。但也有缺点或局限性，它对三相同步漏电是无法检测与保护的，不能对三相对称性漏电故障进行保护。零序功率方向式选择性漏电保护的缺点是原理性和先天性的，选择性漏电保护设备本身无法克服。所以低压馈电开关的选择性漏电保护都必须与附加直流电源检测式漏电保护配合使用。目前，煤矿井下支路开关所使用的智能型馈电开关，例如KBZ12-400，就是利用了零序功率方向式漏电保护原理。

图4所示为1台总开关和4台分开关的配置。总开关漏电保护采用附加直流电源检测式漏电保护原理，使分开关可以实现选择性漏电保护，而总开关又可以作为分开关的后备保护。如果某台分开关对地电阻值低于漏电动作值时，则该台分开关瞬时跳闸动作，而其他分开关和总开关仍然能够正常工作。



图4 总开关和分开关的配置

结束语

基于智能保护器RPC2701的矿用隔爆型真空馈电开关在现场使用至今，达到了漏电保护的快速性和稳定性的要求，没有出现系统死机或断路器误动作等故障，得到了用户的好评。智能保护器RPC2701完成了馈电开关的过载保护、短路保护、漏电闭锁、漏电保护、选择性漏电保护、欠电压保护、过电压保护、三相不平衡保护、瓦斯闭锁、风电闭锁、功率计量和通信组网等多种功能。在故障发生时，能够及时记录故障状态并切断电源，保护了人或设备的安全。EA

(收稿日期: 2016.01.27)

(编辑: 刘群点)