



由多功能电器(CPS) 实现双电源转换开关(ATSE)

上海电器科学所(集团)有限公司 曾萍 胡景泰
浙江中凯电器有限公司 李华民 屠瑜权

Automatic Transfer Switching Equipment (ATSE) Based on Control and Protective Switching Device (CPS)

By Zeng Ping, Hu Jingtai, Li Huamin and Tu Yuquan

摘要 对比分析国际领先水平和国内研制的控制与保护开关电器(CPS),介绍基于CPS技术实现双电源自动转换电器(ATSE)的设计与应用。

关键词 控制 保护 CPS 转换 ATSE

Abstract In this paper, Control and Protective Switching Device (CPS) products between international advanced level and domestic development were analyzed, the development and application of Automatic Transfer Switching Equipment (ATSE) based on CPS techniques were introduced.

Keywords control, protection, CPS, transfer, ATSE

曾萍 高级工程师, 1993年毕业于西安交通大学电气工程系电器专业, 同年进入上海电器科学研究所电器分所控制电器专业组工作。长期从事接触器、控制与保护开关电器(CPS)等控制电器的研发工作, 多次参与国家重点项目的研究, 并制修订国家标准及行业标准多项, 曾获机械工业科学技术奖、上海市优秀新产品奖多项。

1 电控系统的基本构成与功能概述

从配电与控制角度看, 对于低压电动机的供电与控制, 其构成电气系统的基本功能要求主要由两大部分组成, 一是对负载及其构成系统的控制与保护, 二是对电源的控制与转换, 如图1所示。

为了实现对负荷(M)的控制与保护功能, 传统的做法是采用分立器件包括熔断器(FU)及断路器(MCCB)+接触器(CTT)+热继电器(FR)等, 如图2(a)所示。近年来伴随新型多功能电器—控制与保护开关电器(CPS)的推广应用, 采用集成化的CPS代替了上述的多个产品, 如图2(b)所示, CPS在单一产品上集成了上述各个分立器件的主要功能。

在重要负荷的电控系统中, 系统中增加了双电源转换开关(ATSE)实现双电源供电, 如图1中的双电源转换部分所示。ATSE可以基于塑壳断路器(MCCB)、接触器(CTT)、隔离开关等组合或重新设计后构成, 即ATSE可由多种方式构成而实现多种不同型式的产品。

基于多功能的CPS产品, 同样可以实现ATSE。而且其在结构设计、

性能指标、运行可靠性等方面具有特定的优势,本文对此进行技术分析并探讨其应用。

2 控制与保护功能由分立器件升级为多功能电器(CPS)

2.1 采用传统的分立器件实现控制与保护功能存在的不足

图2(a)所示的电控系统,在正常情况下,由接触器CTT控制电路的通断,当过负荷时,由热继电器FR控制接触器切断电路,当短路故障出现时,由断路器MCCB断开故障电路。

根据实际运行经验,在短路容量较大的线路中,若上述三种分立的元器件选择不当,容易出现诸如:接触器的主触头烧毁、甚至造成飞弧,使故障扩大,影响邻近供电回路的正常工作;或是断路器在短路状态不能正常分断电路;在工程中也时常发现断路器不能起到保护电动机的功能,造成误动或拒动。形成这三个问题的根本原因一般为:设计人员选择电器元器件匹配不当;成套厂购置不同生产厂家的元器件产品的质量不同和装配调整不当;用户现场整定不当等。

2.2 集成化的新型多功能的控制与保护开关电器(CPS)

为了从根本上克服由于采用不同考核标准的电器产品之间组合在一起使用时,保护特性、控制特性配合不协调的现象,90年代末国际上出现了一种新型的集成化低压电器:控制与保护开关电器(Control and Protective Switching Device),国际电工委员会IEC给出其国际通用的大类电气产品的代号为CPS,IEC出版的标准为IEC 60947-6-2,我国相应国家标准为GB 14048.9。目前的CPS已作为大类低压电器产品独立存在和发展,CPS正是这两份标准给出的缩写代号。

CPS作为一种控制与保护的多功能电器,其主要技术特征是多功能,即将断路器、接触器、热继电器以及隔离电器的控制与保护功能于一体。应用这种新型电器,可减少线路中所需的元件品种、规格、数量,从根本上解决各电器之间的协调配合问题,可以克服由于采用不同考核标准的电器产品之间组合在一起使用时,保护特性、控制特性配合不协调的现象,且具有连续工作性能,即在分断短路电流后无需维护即可投入使用,也就是具有分断短路故障后的连续运行性能。具体表述为:在进行分断短路电流 I_{cs} (额定运行短路电流)试验后,仍具有1500~3000次以上的AC4电寿命,这是由分立器件构成的系统所难以达到的。

CPS将断路器、接触器、热继电器以及隔离电器的功能融为了一体,一般都采用了模块化结构设计。按CPS的功能单元(模块)分,主要包括主体(含隔离器、短路保护的主电路接触组和电磁传动机构)、操作机构(就地操作)、控制器(含报警、脱扣、控制)、辅助触头、扩展功能模块与附件等。图3(a)为国内研制的KB0系列、图3(b)为法国施耐德公司TesyS U系列构成示意图。

表1、表2对比分析了上述两种国内外CPS典型产品的主要功能、参数、特性等。从功能性看,国内产品根据市场需求,提供了一些更丰富、实用的功能,例如电压功能、温度保护及多种派生产品型式。

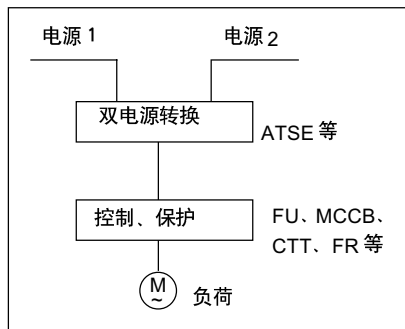


图1 低压电控系统的基本构成

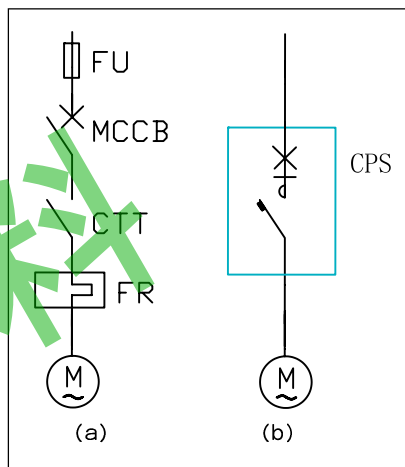


图2 实现控制与保护电气构成



图3 CPS的主要构成

表1 国内外CPS典型产品基本性能对比分析

国别	法国	中国
公司	施耐德	中凯电器有限公司
产品型号	TESYS U 系列	KB0 系列
主电路极数	3	3、4
外形尺寸	1种: 3极-宽度 45mm	2种: 3极-宽度 66mm、90mm 4极-宽度 85mm、118mm
主体壳架电流规格(A)	12、32	45、100
主电路额定绝缘电压(V)	690	690
控制器(脱扣器)的型式	3种: 标准型、高级型、多功能型	3种: 热磁型、电子型、智能型
整定电流范围(A)	0.15~32	0.16~100
机械性能	机械寿命: 1500 万次 防护等级: 前面板 IP40, 其他 IP20 隔离位置可加锁、整定值可加铅封	机械寿命: 500~1000 万次 防护等级: IP20 隔离位置可加锁调整
电气性能	额定运行短路分断能力: 50kA (440V/60Hz) 总分断时间: 2ms 带限流器时: 130kA (440V/60Hz) 电寿命: 3 万次(440V/AC44)	额定运行短路分断能力: 50kA (380V//50Hz) 短路分断总时间: 2~3ms 电寿命: 2 万次(380V/AC44)
其他特点	可逆控制采用串联结构, 仅需一组主体和一个可逆模块	派生多种组合电器成套装置

表2 国内外CPS典型产品主要功能对比分析

产品型号	TeSys U 系列多功能型	KB0 系列智能型
保护功能	过载、过流(堵转)、短路、不平衡(断相)、接地(设备保护)、过转矩(运行中堵塞)、起动超时保护等。	过载、过流(堵转)、短路、不平衡(断相)、接地/漏电、过转矩(运行中堵塞)、起动超时、欠压、过压、相序保护等。
脱扣级别	多种可设定	多种可设定
故障区分	有	有
复位方式	就地、自动、远程	就地、自动、远程
设备保护	欠载保护	欠电流、欠功率保护
试验功能	有	有
定值整定	各种保护参数均可整定	各种保护参数均可整定
保护方式	可选择分断或报警	选择分断或报警
测量功能	电机负载电流	电流、漏电电流/接地电流、电压、频率、功率、功率因素以及电能等
温度保护	无	有
控制方式	直接起动、可逆起动	直接起动、可逆起动、双速起动、星/三角起动、自耦起动和电阻起动
双电源转换	无	有
欠压/失电重起动	无	有
I/O 端口	最多 3 路输出, 1~2 路用于线圈控制电路。	最多 4 路输出, 1~2 路用于线圈控制电路, 8 路光隔离输入, 功能均可现场编程。
模拟量输出	具有一路 4-20mA 或 0-10V 输出, 任选一种。	具有一路 4-20mA 输出, 可任选一种测量参量。
通讯接口	并行或串行, 并行接口通过分线器连接用于 PLC 的 I/O; 串行接口符合 ModBus-RTU、AS-I, 通过转换接口可接 FIP I/O、Profibus-DP、DeviceNet。	串行, 内置符合 ModBus-RTU、通过转换接口可接 Profibus-DP、DeviceNet。
编程与监控	内置、远程	内置、远程
预报警功能	热过载、接地、断相故障预警、阀值可设定	各种故障预警和报警功能。报警项目、阀值均可编程设定
维护功能	具有前 5 次历史故障记录、信息查询, 以及维护预警等。	维护管理功能: 具有历史故障记录、信息查询。
自诊断与状态指示	多种自诊断功能, 内置面板 LED 指示、键盘或远程通讯。	多种自诊断功能, 面板 LED 指示或远程通讯。

3 基于CPS技术实现双电源自动转换电器(ATSE)

3.1 ATSE 的发展及其技术特点

ATSE 的发展历史可谓源远流长。在将电作为主要能源后, 为了保证对重要负载供电的连续性, 需要在不同电源间进行转换, ATSE 得到了必然的应用。以往因为 ATSE 需求量有限, 并未把 ATSE 作为一种独立的、或者说是某一种特定的大类产品来看待, 一般都是由设计院设计、电气成套企业或用户直接用接触器、继电器、刀开关或由断路器+机械

连锁+控制器构成双电源转换系统。近年来, 工业与民用建筑日益增加的重要负荷对供电电源的连续性要求越来越高, 促进了主要用于供电末端的 ATSE 包括开关及其成套设备的发展。特别是 20 世纪 80 年代以后, 国外公司推出的不同型式的 ATSE 如雨后春笋般涌现国内外市场。我国在 20 世纪 90 年代中期, 针对国内市场需求, 众多研究开发单位和生产制造企业开始专门研究开发和市场营销 ATSE, 使得 ATSE 得到快速的发展。经历了以低压电器分立元件构成 ATSE、以模拟电路应用为主的机电一体化产品、以高性能的新型电器元件为基础并采用以 CPU 为核心的智能型专用控制器的发展历程。目前的 ATSE 已作为大类产品独立存在和发展, 并已有了自身标准即国际标准: IEC 60947-6-1: 2005 和国家标准 GB/T 14048.11-2002。ATSE 正是这两份标准给出的代号, 也就是自动转换开关电器(设备)的英语“Automatic Transfer Switching Equipment”的缩写。

从 ATSE 的结构构成来看, 市场上常见的主要产品型式分为:

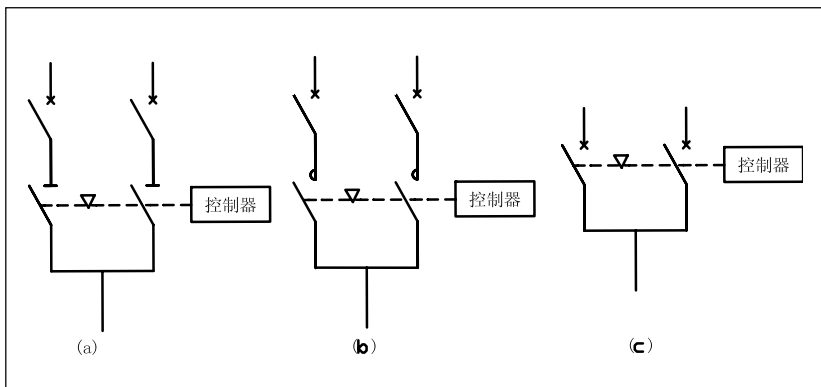


图4 ATSE 产品主要的结构型式

(1) 基于刀开关的ATSE: 以传统的刀开关为基础提高性能指标并增加双投功能构成。目前有3种投切方式: 一种是最简单的两个位置的双掷开关; 第二种是带有延时的转换方案; 第三种是闭路转换。开关可为6极或8极, 自带机械连锁。通过加装电动控制装置, 实现自动切换功能, 并且转换速度较快。由于这种开关的通断能力所限, 本身不具备对负载端的短路保护性能, 为此在其应用的系统中, 必须另加电路保护电器, 如断路器、熔断器或其组合电器, 见图4(a)。

(2) 基于接触器的ATSE: 用两台接触器拼装或直接在可逆接触器的基础上增加控制电路附件构成。这种装置的转换速度快。同样由于接触器的通断能力所限, 在其应用的系统中, 必须另加短路保护器件, 见图4(b)。

(3) 基于断路器的ATSE: 由两台断路器组成。除两台断路器外, 一般还有一台或两台电动机及操作机械和控制器组成, 两台断路器之间装有机械连锁和电气连锁双重保护。这种ATSE的功能因选配的控制器的不同而有很大差异。借助高性能的控制器, ATSE除了能够对电源的欠压、失压、过压、断相、频率等进行检测并提供转换功能外, 还可提供负载端的短路、过载等保护功能。但这一类产品的体积大、动作速度慢, 见图4(c)。

根据ATSE的IEC标准和GB标准, ATSE可分为PC级或CB级两个级别。即:

(1) PC级: 能够接通、承载, 但不用于分断短路电流的ATSE。如上述的型式(a)、型式(b)。

(2) CB级: 配备过电流脱扣器的ATSE, 它的主触头能够接通并用于分断短路电流。如上述的型式(c)。

根据电源系统的不同, 以及控制负载对电源切换方式和电源恢复后的复位方式的不同要求, ATSE在应用中又可分为:

(1) 自投自复(R): 对两路电源(分别称为常用电源和备用电源)进行自动切换。正常状态时由常用电源供电, 当常用电源出现异常时, 经已设定的延时后自动切换至备用电源; 当常用电源恢复正常后, 经已设定的延时后自动返回至常用电源。

(2) 自投手复(S): 对两路电源进行自动切换, 在常用电源出现异常时, 经已设定的延时后自动切换至备用电源, 但当常用电源恢复正常后, 不能自动回复, 需要人工干预进行切换。

(3) 电网-发电(F), 对电网和发电两路电源进行自动切换, 发电设备通常为柴油机发电机组。在电网电压低于设定值时(一般为70%额定电压), 经发电延时指令发出发电指令(以一组常开常闭触点输出)。当发电电压达到85%额定电压时, 先从电网断开负载电路, 经延时发出卸载指令, 卸去次要负载(以另一组常开常闭触点输出), 再经延时接通发电电源。当电网电压恢复正常(达到70%额定电压以上)后, 经延时将负载电路从发电电源断开, 再经延时, 自动切换到电网供电。

ATSE存在的主要问题:

(1) PC级的ATSE或基于接触器的ATSE需要另加短路保护电器, 增大了安装面积, 使设计院在工程设计时选用的产品品种规格增加, 用户需增加备品备件, 维护工作量增大。

(2) 基于断路器的CB级的ATSE由于操作机构的固有动作时间长, 导致转换时间长, 一般需数秒至10余秒, 不能满足快速转换的要求, 加之安置面积较大, 性价比不高。

3.2 由CPS实现新型集成化ATSE

3.2.1 新技术发展与市场的需求

新型集成化ATSE产品开发任务来源于新技术发展与市场的需求。从标准来看, IEC 60947-6标准分别适用于两大类电器产品, 即IEC 60947-6-1的自动转换开关电器(ATSE)和IEC 60947-6-2的控制与保护开关电器(CPS)。我国等同采用(idt) IEC 60947-6-2的国家标准为GB 14048.9-1998, 等同采用IEC 60947-6-1的国家标准为GB/T 14048.11-2002。也就是说, ATSE

和CPS都属于多功能电器,分别具有特定的控制和保护功能。后者的典型产品如国内开发成功的KB0系列CPS。KB0系列产品的技术发展和推广应用证实,已经具有了ATSE的控制与保护功能特征,如果添加适当的电源端的检测功能,则构成新型集成化的KB0S系列ATSE,在负载末端得到广泛应用。

3.2.2 特性的协调配合与系统的运行可靠性

从系统的构成来看,系统中串联的器件越少则系统的可靠性就越高。众所周知,当电路中出现大的故障电流时,往往导致用户端的电压下降。对于靠电磁力保持的电器,电压的下降将影响其保持在闭合状态的能力,除非其电源不是取自产品本身的主触头上,譬如靠电磁力保持的接触器就很可能在此期间打开,导致触头的破坏或者至少是触头的熔焊。接触器产品标准规定进行与短路电流相关的试验时允许操作线圈有其他单独的外部电源供电,而ATSE的标准则规定控制线圈必须由相同的负载电源供电,采用这种更加严酷的方法进行试验的重要意义就在于验证系统的



图5 KB0S系列ATSE产品外观

协调配合特性,确保最终用户使用中能够避免性能下降特别是运行可靠性方面的降低。

实际应用中,ATSE为型式(1)或型式(2)的系统中由于必须另加短路保护电器,构成有两组串联的触头系统,分属不同的电器。而KB0S将上述两组串联的触头系统合二为一,靠一组高性能的触头灭弧系统同时具有了断路器的高短路分断能力和控制转换电器的长寿命指标,不存在一组触头进行短路电流分断的同时另一组触头保持闭合状态的要求,也就从根本上避免了不同产品带来的特性配合问题。显而易见,这种单一的集成化的ATSE,能够提高系统的运行可靠性。

3.3 新型ATSE研制及其主要模块介绍

为提高产品的可靠性并缩小体积,新研制的KB0S系列ATSE以两台KB0主体合二为一的形式出现,产品外观如图5所示。

在产品内部的两组相对独立的电磁传动机构中设置“斗鸡米”结构形式的机械联锁装置。电磁传动机构主要由线圈、铁心、控制触点及基座等组成,能接受通断操作指令,控制主电路接触组中的主触头接通或分断主电路。

电压继电器的设计为模块化、电子式方案,包括一常开一常闭无源触点,并具有单相、两相、三相采电方式,分别适用于220V、380V和三相电源场合的双电源失电、欠压切换。

一个单独的操作机构包括旋钮和一套传动机构,能接受每极主电路接触组的短路信号和来自其他脱扣器的故障信号,通过串连在线圈回路的控制触点实现对电磁传动机构的断开与闭合。

根据电源切换方式和复位方式的不同要求,对KB0系列ATSE自带的辅助触头接触组进行接线,构成所需的控制电路,就可分别实现前述的三种转换方式。

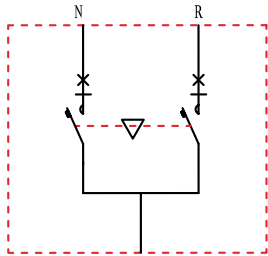
3.4 KB0S系列ATSE的主要参数

- (1) 两个外形尺寸的框架等级(45A框架代号为C、100A框架代号为D);
- (2) 主电路极数分为:3极、4极;
- (3) 额定电流整定值分为:12A、16A、18A、32A、45A、63A、100A;
- (4) 短路分断能力等级:经济(C)型为35kA,标准(Y)型为50kA,高分断(H)型为80kA;
- (5) 过载保护整定电流范围:最小整定电流0.16A,最大整定电流100A;
- (6) 电压故障检测:单相、两相、三相欠压、掉电;
- (7) 转换速度:转换最小时间为50ms,延时时间为0~30s范围内可调。

4 KB0S系列ATSE的应用

KB0S的应用场合主要为不允许中断电源的一级或部分二级负荷,如医院、银行、发电厂、化工、冶金、机场、码头、办公大楼、高层楼

KB0S系列ATSE电气符号



KB0系列ATSE主电路

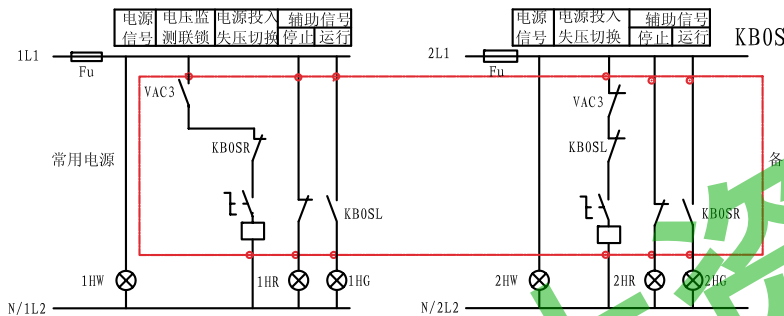
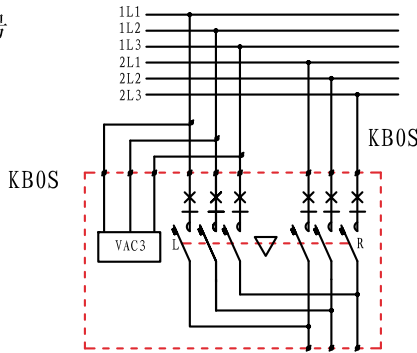


图6 KB0S 监测三相电源电气图

宇、酒店、商场、体育场、邮电通讯、军事设施等。图6为典型的监测三相电源电气图。

5 结束语

KB0S系列ATSE在主电路的控制保护方面的众多成功应用案例证明其必将有很大的发展。根据不同用户的需求,尚需进一步开展以应用电子、以CPU为核心技术的数字化、智能化的各种功能检测、选择性控制、友好的人机界面、网络化与遥控、遥信等方面的研究开发工作,同时,还要尽快开发更大电流规格特别是200A~250A的产品,以满足市场需求。

参考文献

- 1 新型多功能集成电器的研究 《电工技术杂志》2002 No.9 胡景泰
- 2 1999年 中国建筑标准设计研究所出版 99D373 《低压双电源切换电路图》
- 3 《低压电器》2003 No.1 自动转换开关电器(ATSE)的选择与应用 曲德刚

KB0系列控制与保护开关电器



基本型产品: KB0采用模块化的单一产品结构型式,集成了传统的断路器(熔断器)、接触器、过载(或过流、断相)保护继电器、起动机、隔离器等的主要功能,具有远距离自动控制和就地直接人力控制功能,具有面板指示及机电信号报警功能,具有协调配合的时间-电流保护特性(具有反时限、定时限和瞬时三段保护特性)。根据需要选配功能模块或附件,即可实现对一般(不频繁启动)的电动机负载、频繁启动的电动机负载、配电电路负载的控制与保护。

双电源产品: 以KB0基本型作为主开关与电压继电器、机械联锁、电气联锁等附件组合,构成CB级或PC级的双电源自动转换开关电器ATSE。当常用电源发生欠压、过压、断相等电路故障时,VAC□检测系统根据检测到的电压信号发出转换到备用电源的指令,常用电源处于断开状态(同时备用电源通电吸合),主电路接通,KB0S能正常工作。当电路中出现过载、过流、断相、短路等电路故障时,可以同时切断常用电源和备用电源。

隔离型产品: 在基本型的基础上对产品结构改进后,组成的派生隔离型产品。功能上除具有基本型产品的所有功能外,还可满足主电路、及控制回路隔离的要求,并可通过分合位置指示器(操作旋钮)清楚地显示其状态。



电子型产品: 当配用电子型控制器后,KB0系列产品将增加以下功能及特点:

控制器基于高性能微处理器、嵌入式软件和总线通讯技术设计制造。控制器通过内置的电流互感器采集电流信号,通过附加的电源模块采集电压信号,通过光耦隔离采集多路开关量输入信号,多路信号通过调理后给微处理器,微处理器按设定参数通过各种运算处理,配合主体及相关附件,通过显示、指示、接点输出,数据传输等多种方式,实现保护、控制、监测、通讯等功能。

