

微机快切装置在石化企业中推广应用的思考

传统的微机备用电源自动投入装置由于动作时间长,投入时不考虑电动机反电动势引起的残压等固有缺陷,造成自投不成功甚至造成设备损坏。微机快切装置大有替代备用电源自动投入装置的趋势。将两者进行比较,并提出微机快切装置在推广应用中应注意的一些问题。

史玉文 曾玉章/中海石油炼化惠州炼化分公司
张洪涛 孙 锰/大庆石化公司热电厂电气车间

备用电源自动投入装置存在的问题

石化企业中的用电负荷大多为一级、二级负荷,要求采用双电源供电。20世纪90年代出现的微机型备用电源自动投入装置的推出和广泛应用,大大提高了石化企业供电系统的可靠性,为石化企业的安全生产提供了有力保障。

然而,随着新世纪技术水平的发展,人们对供电连续性提出了更高的要求。这时,备用电源自动投入装置的缺陷便暴露出来,而且越来越明显。

(1) 母线掉电时间长

备用电源自动投入装置目前大多采用低电压起动方式。但实际上,由于大量电动机挂在母线上,电动机的反电动势使得母线上存在一定的残压,其电压幅值衰减需要一定的时间。某石化企业220 kV备用电源自动投入装置动作过一次,根据当时故障录波显示,当主电源失去后,母线电压降到备用电源自动投入装置的无压起动值30 V(二次值)用了520 ms,加上备用电源自动投入装置整定时间0.5 s和断路器的固有分闸时间和合闸时间,母线的掉电时间达到1.1 s以上。如果该系统有发电机或者有较多

同步电动机运行,母线残压衰减时间将会更长。

大型石化企业内部供电系统一般都有几级电压等级,为满足选择性,避免停电面积扩大化,一般要求下一级备用电源自动投入装置时限比上一级备用电源自动投入装置要长一个时阶,等到最后一个电压等级,其备用电源自动投入装置往往要到几秒钟才允许动作。很多负荷在备用电源自动投入装置动作之前就已经被甩开,对生产的连续性极为不利。

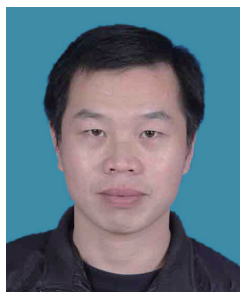
针对这一缺陷,备用电源自动投入装置生产厂家增补了低周波起动方式和跳位起动方式,虽然较之低电压起动方式在一定程度上缩减了母线的掉电时间,但仍然无法从根本上解决这一顽疾。

(2) 备用电源投入后,电动机群的自起动电流非常大,不利于母线电压的恢复

备用电源自动投入装置一般都必须等到母线残压值非常低后才起动,这样避免了备用电源投入瞬间对电动机造成损害,但另一方面又不可避免由于母线掉电时间较长,此时电动机转速已经下降到较低值。来电后,电动机群同时自起动,电流相当大,不利于母线电压的及时恢复,甚至可能拖垮备用电源系统,造成再次停电。

(3) 备用电源投入前对掉电母线没有充分的跟踪分析

微机备用电源自动投入装置一旦起动,经事先设定的延时后跳开工作电源开关,确认该开关跳开后,并确认母线电压低于允许合闸电压后,发送备用



史玉文/工程师

关键词/Keywords

快速切换 ·
同期捕捉 ·
备用电源自动投入装置 ·
母线残压 ·
分级配合 ·
再起动 ·

源开关合闸命令,而对母线上残压的具体状况不予考虑。由于允许合闸电压值往往比低电压启动值更低,此时备用电源开关投入,对设备冲击较小,确实可以不考虑,但不可避免会使母线停电时间更长。

为了加快备用电源投入,也有厂家在备用电源开关投入前,加入同期检测功能。这对低周波启动和跳位启动而言,理论上确实不必等到母线残压降到极低值,可以缩短母线掉电时间。但事实上,这种备用电源自动投入装置的检同期功能过于简单,根本没有考虑母线残压的衰减变化规律和断路器分、合闸存在的固有时间。当装置检测到两侧同期条件满足时发出合闸脉冲,当60 ms(断路器合闸时间大约在此值附近)后,同期条件是否依然能够满足要求,这一点备用电源自动投入装置并没有引起足够重视。而正是因备用电源自动投入装置没有对掉电母线上的残压进行及时的跟踪、分析和判断,使得这种检同期备用电源自动投入装置形同虚设。绝大多数用户为了保障设备安全,依然只采用检无压备用电源自动投入装置方式。

微机快切装置替代备用电源自动投入装置是大势所趋

由于备用电源自动投入装置存在以上的先天不足,提出了备用电源快速切换的概念。1960年ABB最先将该概念转化为产品,推出了SUE3000。1997年我国第一套快切装置问世并投入使用,此后快切装置逐渐在电厂用电系统得到广泛应用。近几年,相关微机快切装置生产厂家又研发出适用于工业企业的产品,并大力进行推广。

一般快切装置按动作的优先级分为四种切换准则:快速切换、同期捕捉、残压和长延时。

工作电源失电瞬间,由于母线电压刚开始衰减,如果与备用电源的频差和相角差在允许范围内,此时完成切换对系统的冲击是最小的,母线掉电时间一般只与断路器的固有分合闸时间有关,对生产的连续性和设备的安全都极为有利。

如果快速切换不成功,快切装置则对两侧电压进行同期捕捉,在同相点完成切换。母线残压相对备用电源电压每运动 360° 就出现一次可能满足同相切换判据的合闸时刻点。理想情况下能实现首次过 0° 合闸,此时母线电压一般衰减30%~40%,电动机设备出力下降还不是很大,备用电源合上时冲击也不是很大,电气设备的自启动条件较好。

如果前两种方式均没有动作成功,残压切换方式可以作为前两种方式的后备进行动作。这种残压切换方式实际上等同于传统的备用电源自动投入装置方式,当母线残压衰减到一定值($20\%\sim 40\%$) U_n ,经一定延时后完成切换。此时由于母线残压很低,不再对相角差和频率差进行判断分析。

为防止特殊情况下,以上三种切换方式都不能成功,快切装置还设有长延时切换方式。只是一般情况下,很难用到这种方式。

很显然,相对微机备用电源自动投入装置,微机快切装置具有明显的优势。

1) 由于快切装置一般都能在前两种方式下完成切换,使得母线的掉电时间大大缩短,采用并联方式时,甚至可以将掉电时间缩短在几十毫秒之内。而这对生产的连续性、电气设备的自启动以及母线电压的快速恢复至关重要。

2) 由于装置一直对两侧电压进行跟踪采样,避免了备用电源在危险时投入,避免对电气设备的损害。

3) 微机快切装置不仅可以用于电源故障切换,对于正常情况下,人工切换电源同样适用。这是备用电源自动投入装置没有的功能。

因为微机快切装置具有以上的优势,所以基本可以断定,其替代微机备用电源自动投入装置应是大势所趋。

微机快切装置推广应用仍存在的问题

虽然微机快切装置相比备用电源自动投入装置有明显的优越性,但是要在石化企业得到大面积应用,仍然有一些问题尚待解决。

1. 运行经验相对缺乏

微机快切装置问世以后,一般都应用在电厂的厂用电系统,但在供电系统结构相对复杂的工业企业中的运行经验还十分缺乏。虽然国内主要微机快切装置生产厂家在一些大型石化企业已经相继有了一些试点运用,但运行时间均不长,经验积累不充分,还有待进一步的考验。同时由于运行经验的缺乏,快切装置不似备用电源自动投入装置一样已有相关的设计规范可遵循,使得设计院在设计石化企业电力系统时对快切装置的使用抱谨慎态度。

2. 不同电压等级上下级快切装置之间的配合问题

大型石化企业的供电系统一般都比较复杂,以国内新建的某特大型石化项目为例,企业内部存在四个电压等级:外电网电源电压为220 kV,中心配电电压为35 kV,区域配电电压为6 kV,低压系统电压为380 V。每一级均设有微机备用电源自动投入装置,利用低电压值的逐步减小和动作时限的逐级延长很好地实现了上下级的配合。但如果全部改为微机快切装置,那么上下级之间如何进行配合,才能满足选择性的要求,如何才能避免上下级同时动作甚至下一级先于上一级动作而引起晃电面积扩大化的事故。

为解决这一问题,生产厂家各自提出了自己的相关措施,综合起来主要有以下几点。

1) 利用电源回路的主保护(如线路差动保护、速断保护、变压器差动保护以及变压器重瓦斯保护等)的动作接点来起动快切装置。由于主保护一般能正确区分故障区域,具有良好的选择性,所以当接收到主保护动作信号,即认为是该母线的电源回路故障,快切装置立即起动。但这种方案在实际运用中存在的问题,大多数电源回路的主保护和后备保护(如过电流)的保护出口是共用的,如果是过电流保护动作,很可能是穿越性故障引起,如此时快切装置动作,则属于误动作。此外,有一些6 kV的次生变电所,其电源取自区域变电所6 kV母线。由于电源电缆短路和6 kV次生变电所馈线回路短路的短路电流几乎

一样,所以电源回路不能设置瞬时速断保护,而只有过电流保护。如要在次生变电所装设微机快切装置,则必须在电源回路加上线路光纤差动保护,增加了不少投资。还有一种情况,当电源回路对侧开关偷跳或人为误拉的情况下,快切装置将会拒动。

2) 功率方向起动判据。利用功率的流入或流出作为快切装置起动的判据。正常情况下功率均由线路(或变压器)流向母线,当快切装置检测到某一电源回路功率为母线流向线路时,快切装置起动。但这种方式也存在一定的局限性,当电网由于某种原因发生系统振荡时,功率方向将会发生变换,快切装置将有可能误动作。而当电源回路对侧开关偷跳或人为误拉的情况下,快切装置也会拒动。

3) 无电流起动判据。当电源回路没有快速保护设置时,进线故障将由对侧开关跳闸,进线将无电流。当快切装置检测到无电流时,并结合其他一些辅助判据确认工作母线和备用电源之间解裂后起动快切装置。但很明显,这个判据也存在不足,当母线上有发电机运行,且其出力与负荷相当时,快切装置很可能会检测到进线无电流而误动作。

4) 逐级增加快切装置起动延时,并利用上一级快切装置提供动作信号闭锁下一级快切装置。增加延时将不可避免牺牲快切的快速性,而且随着级数的增加,甚至连同期捕捉切换都无法完成,这样,快切装置便彻底失去了其优势所在。采用上级闭锁下级,在实际应用中也不太现实,一方面两者之间往往相距1~2 km;另一方面下一级快切装置往往有很多台,上一级快切装置根本无法提供足够多的动作信号接点。

3. 与外电网电源回路重合闸或备用电源自动投入装置之间的配合

虽然快切装置生产厂家都称能应用在220 kV电压等级,但事实上由于会引起电力潮流的剧烈变化,供电局基本上不会同意工业企业用户在220 kV电源进线回路采用微机快切装置,即在220 kV电

(下转第87页)

器内部的极其微小的异物或者是纤维物聚集至6 mm大小,这时在正常电压下有可能导致放电。为确保稳定安全的运行,建议采取以下的解决方法。

1) 为了以后的安全稳定的运行,建议在油中均压罩加封绝缘挡板,如图11所示。当加装一层挡板,绝缘挡板表面的电场强度降低约25%,可使绝缘挡板表面电场减低至1.8 kV/mm,如图12所示。假定直径0.1 mm,长1 mm的铝合金异物,在运行电场1.8 kV/mm,向异物作用力为12.1 μ G,而异物重力为14.3 μ G,所以异物不可能停留在套管挡板附近,放电的概率明显地减少。如果覆盖两层绝缘挡板,两层挡板表面电场将降低到1.5 kV/mm。

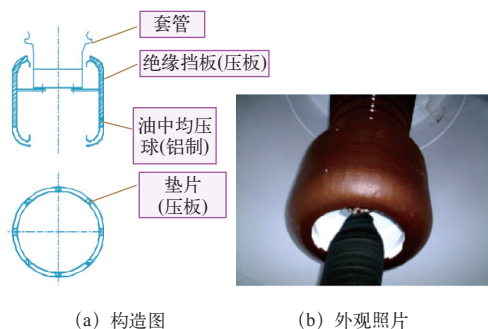


图11 加封绝缘挡板的油中均压罩



图12 加封绝缘挡板的油中均压罩的电场解析

假定直径0.1 mm,长1 mm的铝合金异物,在运行电场1.5 kV/mm,向异物作用力为8.8 μ G,所以异物不可能停留在套管挡板附近,运行安全系数增大。

2) 为确保变压器内部不产生异物,建议变压器安装或大修后的油处理应采用新的3 μ m的滤芯进行滤油处理,尽可能地减少油中颗粒,实现更为安全的变压器运行。

(收稿日期:2014-07-04) EA

(上接第82页)

源处只能设重合闸或者无电压备用电源自动投入装置。为了保障电网安全,供电局一般要求重合闸动作时间在1 s以上,即便采用无电压备用电源自动投入装置,其动作时限也必须在0.5 s以上。这时,如在厂内较低的其他电压等级采用快切装置,当220 kV线路故障,如果不采取一些技术措施,快切装置势必会先于重合闸或备用电源自动投入装置动作。快切装置这样的越级误动作,将全厂电负荷全部转由一台220 kV变压器提供,而且虽然掉电时间较短,但仍不可避免有一定大小的自启动电流,如果变压器容量不足,该变压器的过电流保护动作就会导致全厂停电的恶性事故发生。

4. 低压系统不建议采用微机快切装置

由于低压电动机的容量较小,一般不超过160 kW,其磁场能量、转动惯量都较小,母线失

电压后残压下降速度很快。当快切装置快速切换或同期捕捉切换成功,其母线电压也很可能已经降到80%以下。而且由于低压交流接触器的释放时间仅为十几毫秒,当快切成功时,接触器早已释放,快切成功失去了意义。而且,由于微机快切装置目前的价格仍然比较昂贵,在低压系统中使用微机快切装置,性价比不高,故不建议采用。

结束语

由于微机快切装置相比备用电源自动投入装置,有着不可比拟的理论优势,替代后者应该只是时间的问题。但现阶段快切装置在大型石化企业应用中仍有一些问题尚待解决,并需多多积累运行经验,经受住各种复杂情况的考验,才能得到全面推广。

(收稿日期:2014-07-04) EA