

微机快速切换装置在供配电系统电源切换的应用

汤建伟

(中国石化集团宁波工程有限公司, 浙江 宁波 315000)

摘要:分析了厂用电微机快速切换装置的基本原理、快速切换时间要求及快速切换实现方式;阐述了微机快速切换装置在工厂供配电系统中进行电源切换过程中,母线残压分析、快速开关要求以及系统运行中快速切换的分析。

关键词:微机快速切换装置;快速切换;同期捕捉切换;供配电系统;工作电源;备用电源

中图分类号: TM769

目前,工厂6~35kV双电源供配电系统中,工作电源与备用电源切换均采用备用电源自动投入装置,由于其切换速度慢,中断供电时间长,有可能使连续生产过程被打乱、生产装置停车、大量减产、且需较长时间才能恢复正常生产,在经济上造成较大损失。

随着厂用电微机快速切换装置在发电厂的成熟应用,为了缩短电源故障时的停电时间,尽量满足生产装置连续运行的要求,可否采用微机快速切换装置在工厂供配电系统中进行电源快速切换,提高供电的连续性和可靠性,有着重要的意义。

1 微机快速切换装置的原理及分析

1.1 快速切换

假设由图1所示的厂用电系统,工作电源由发电机端经厂用高压工作变压器引入,备用电源由电厂高压母线或由系统经启动/备用变引入。正常运行时,厂用母线由工作电源供电,当工作电源侧发生故障时,必须跳开工作电源开关1DL,合2DL,跳开1DL时厂用母线失电,由于厂用负荷多为异步电动机,电动机将惰行,母线电压为众多电动机的合成反馈电压,称其为残压,残压的频率和幅值将逐渐衰减。

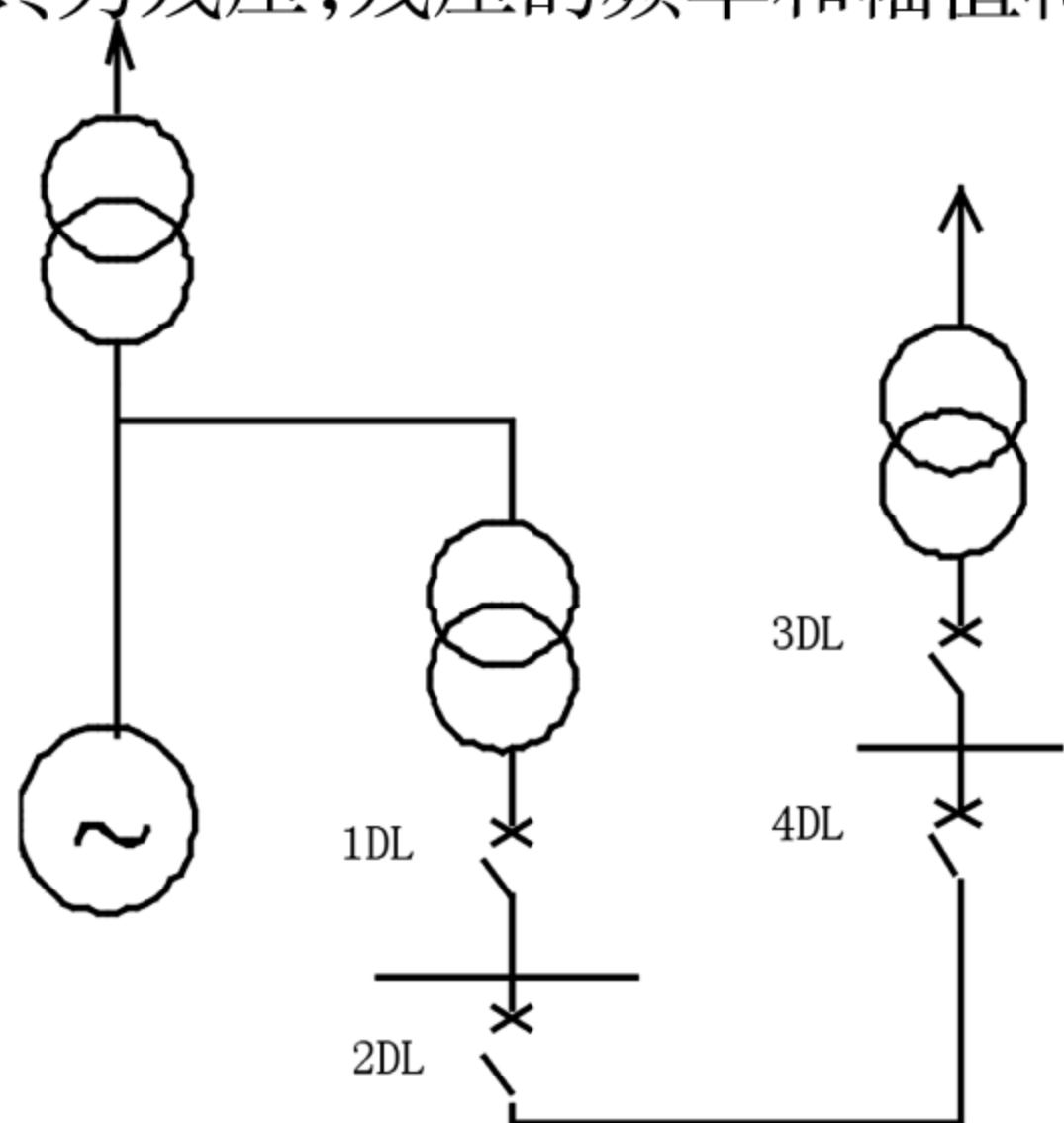


图1 厂用电一次系统简图

以极坐标形式绘出的某300MW机组6kV母线残压相量变化轨迹(残压衰减较慢的情况),见图2。

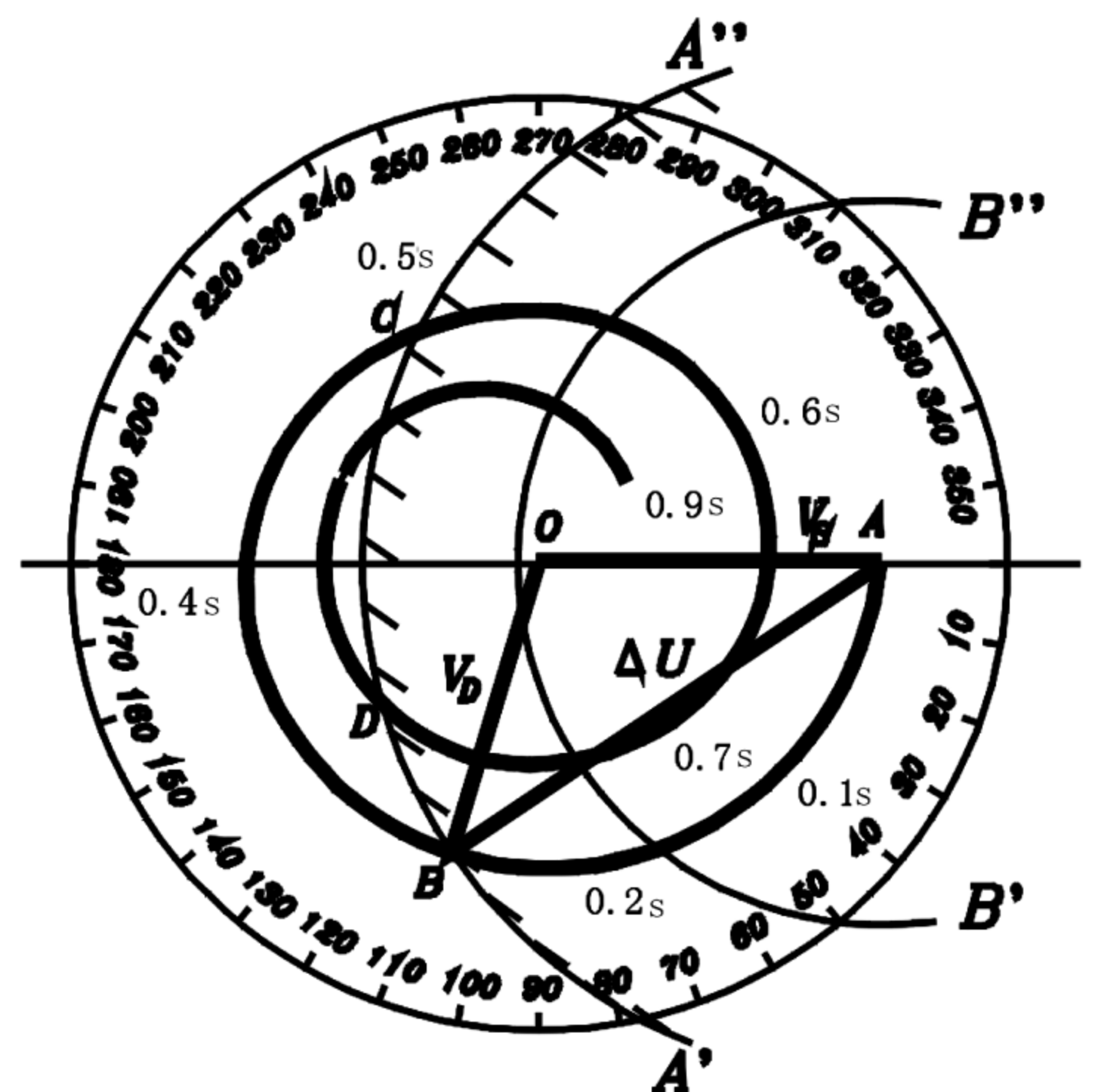


图2 母线残压特性示意图

图2中VD为母线残压;VS为备用电源电压; ΔU 为备用电源电压与母线残压间的差拍电压。合上备用电源后,电动机承受的电压UM为:

$$UM = XM / (XS + XM) \Delta U \quad (1)$$

式中:XM——母线上电动机组和低压负荷折算到高压厂用电压后的等值电抗。

XS——电源的等值电抗。

令 $K = XM / (XS + XM)$, 则

$$UM = K \Delta U \quad (2)$$

为保证电动机安全自启动,UM应小于电动机的允许启动电压,设为1.1倍额定电压 U_{De} ,则有:

$$K \Delta U < 1.1 U_{De} \quad (3)$$

$$\Delta U(\%) < 1.1 / K \quad (4)$$

设 $K = 0.67$, 则 $\Delta U(\%) < 1.64$ 。图2中,以A为圆心,以1.64为半径绘出弧线A'-A'',则A'-A''的右侧为备用电源允许合闸的安全区域,左侧则为不安全区域。若取 $K = 0.95$, 则 $\Delta U(\%) < 1.15$, 图

2 中 B'-B 的左侧均为不安全区域。

假定正常运行时工作电源与备用电源同相,其电压相量端点为 A,则母线失电后残压相量端点将沿残压曲线由 A 向 B 方向移动,如能在 A-B 段内合上备用电源,则既能保证电动机安全,又不使电动机转速下降太多,这就是“快速切换”。

1.2 同期捕捉切换

图 2 中,过 B 点后 BC 段为不安全区域,不允许切换。在 C 点后至 CD 段实现的切换以前通常称为“延时切换”或“短延时切换”。前面已分析过,用固定延时的方法并不可靠。最好的办法是实时跟踪残压的频差和角差变化,尽量做到在反馈电压与备用电源电压向量第一次相位重合时合闸,这就是所谓的“同期捕捉切换”。以图 2 为例,同期捕捉切换时间约为 0.6s,对于残压衰减较快的情况,该时间要短得多。若能实现同期捕捉切换,特别是同相点合闸,对电动机的自启动也很有利,因此,时厂母电压衰减到 65%~70% 左右,电动机转速不至于下降很大,且备用电源合上时冲击最小。

1.3 残压切换

当残压衰减到 20%~40% 额定电压后实现的切换通常称为“残压切换”。残压切换虽能保证电动机安全,但由于停电时间过长,电动机自启动成功与否、自启动时间等都将受到较大限制。如图 2 所示情况下,残压衰减到 40% 的时间约为 1s,衰减到 20% 的时间约为 1.4s。而对另一机组的试验结果表明,衰减到 20% 的时间为 2s。

2 快速切换时间要求

快速切换时间涉及到两个方面:一是开关固有跳合闸时间;二是快切装置本身的动作时间。就开关固有跳合闸时间而言,当然是越短越好,特别是备用电源开关的固有合闸时间越短越好。从实际要求来说,固有合闸时间以不超过 3~4 周波为好,国产真空开关通常都能满足。

快切装置本身的固有动作时间包括其硬件固有动作时间和软件最小运行时间。国内微型厂用电快速切换装置的固有动作时间在 12ms 以内,完全满足快速切换的要求。

3 切换方式

按开关动作顺序分类为:并联切换、串联切换、同时切换。

按启动原因分类:正常手动切换、事故自动切

换、不正常情况自动切换。

按切换速度分类:快速切换、同期捕捉切换、残压切换、长延时切换。

4 在供配电系统电源切换的应用分析

4.1 母线残压分析

由于工厂供配电系统母线上电动机的特性有较大差异,合成的母线残压特性曲线与分类的电动机相角、残压曲线的差异也较大,因此,安全区域的划定严格来说需根据各类电动机参数、特性、所带负荷等因素通过计算确定。实际运行中,可根据典型机组的试验确定母线残压特性。试验表明,母线电压和频率衰减的时间、速度和达到最初反相的时间,主要取决于试验前该段母线的负载。负载越多,电压、频率、下降得越慢,达到首次反相和再次同相的时间越长。而相同负载容量下,负荷电流越大,则电压、频率下降得越快,达到最初反相和同相的时间越短。

4.2 快速开关要求

快速切换要求快速开关的合闸时间宜小于 100ms,目前国产真空开关通常都能满足,有的开关甚至只有 40~50ms 左右,这为实现快速切换提供了必要条件。假定事故前工作电源与备用电源同相,并假定从事故发生到工作开关跳开瞬间,两电源仍同相,采用串联切换,则断电时间至少为合闸时间,假定为 100ms,相角差约为 20°~30°左右,备用电源合闸时的冲击电流也不很大,一般不会造成设备损坏或快切失败。

4.3 系统运行中快速切换分析

快速切换能否实现,不仅取决于开关条件,还取决于系统结线、运行方式和故障类型。系统结线方式和运行方式决定了正常运行时母线电压与备用电源电压间的初始相角,若该初始相角较大,如大于 20°,则不仅事故切换时难以保证快速切换成功,连正常并联切换也将因环流太大而失败或造成设备损坏事故。故障类型则决定了从故障发生到工作开关跳开这一期间母线电压和备用电源电压的频率、相角和幅值变化,此外,保护动作时间和各其它有关开关的动作时间及顺序也将影响频率、相角等的变化。

快切不成功时最佳的后备方案是同期捕捉。有关数据表明:反相后第一个同期点时间约为 0.4~0.6s,残压衰减到允许值(如 20%~40%)为 1~2s,而长延时则要经现场试验后根据残压曲线整定,一般为几秒,以保证自启动电流在 4~6 倍内。

(下转第 33 页)

(上接第 17 页)可见,同期捕捉切换,较之残压切换和长延时切换有明显的好处。

5 结语

微机快速切换装置充分利用了母线残压衰减特性,设计了快速切换和同期捕捉切换。快速切换在考虑电动机绕组安全的基础上,在切换安全区的最初阶段捕捉合闸时机进行合闸。在快切不成功时,利用了母线残压相位不断变化这一特点,动态地捕捉残压和备用电压同相点,进行同期捕捉切换作为后备方案,以保证切换的可靠性。

因此,应推广微机快速切换装置在工厂供配电系统中进行电源快速切换的应用,以提高工厂供配电系统供电的连续性和可靠性。

参考文献:

- [1] 能源部西北电力设计院. 电力工程电气设计手册(电气二次部分)[M]. 中国电力出版社,1989.
- [2] 江苏金智科技股份有限公司. 微机厂用电快速切换装置技术说明书[M]. 金智科技技术说明书,2006.
- [3] 国家电力公司华东电力设计院. 火力发电厂厂用电设计技术规定[M]. 中国电力出版社,2001.