

[备用电源]

高可靠性供电系统备自投 自投自复方案

文/西门子电力自动化有限公司 左小明 梁世杰 周 寻

工业用户，一方面要尽量提高供电可靠性，另一方面还要考虑经济效应。在现有备自投逻辑的基础上，利用已有的采样接入和开入开出，集成新的备自投自投后自复逻辑，满足各种用户需求。新的设计方案不增加硬件改动成本，不同的用户场景都可以定制出适合于它的自投自复模式。

近年来，随着电网的升级改造不断深入，用户对于供电可靠性的要求也越来越高。备用电源自投装置（以下简称备自投）作为提高电力系统供电可靠性，保证电网安全运行的重要措施之一，被大量应用在电力系统终端变电站、变电站主变压器低压侧、水电站及用户变电站，以保证向用户可靠连续供电。

备自投的应用场景中，一个主供电源作为工作电源，其余电源作为热备用电源。当主供电源因某种原因停止供电后，由备自投装置将供电电源切换到备用电源上，使下级用户重新获得电源供给。

对于大电网系统，主备电源来自系统侧不同的变电站，当主供电源因为某种原因失电后，备自投将用电负荷从主供电源切换到备用电源上，备自投动作，行为结束。

但在智能楼宇、钢铁CCPP（蒸汽联合循环发电技术）和地铁等场景中，主备电源可能来自于不同的供电系统或设备，为了经济性和可靠性考虑，普通的备自投方式已经无法满足需求，用户更多的是希望备自投自投成功后，当主供电源恢复时，自动从备用电源切换回主供电源。

下面以西门子7SJ686本地化综合保护装置为例，进行详细介绍。

7SJ686综保装置简介

7SJ686系列综保装置适用于各种电压等级的不同接地方式的配电系统，装置提供多种灵活的硬件选型，如：冗余的RS485通信卡、冗余的100 Mbit/s以太网通信卡、2路0~20 mA模拟量输出卡、4路0~20 mA的模拟量输入卡、各种开入和开出的扩展模块等。按照不同选型集成多种保护及监视功能：相序保护、负序保护、热过负荷保护、电动机起动保护、电动机堵转保护、电动机起动禁止保护、电动机差动保护、电动机磁平衡保护、变压器差动保护、变压器后备保护、电容器保护、站用变压器保护、两端光纤线路差动保护、进线或母线备自投装置、弧光保护、线变组差动保护、自定义保护、CFC用户定义逻辑和无线测温功能等。现已在中低压市场广泛投入使用，其中7SJ686-N为备自投装置，下面介绍在该型号中实现的备自投的自投自复方案。

功能逻辑实现

7SJ686-N装置定值中增加自投后自复相关选项：

1) “自投后不自复”：备自投充满电后，母线失压先跳开主供电源再合上备用电源。

2) “自投后非同期自复”：备自投充满电后，母线失压先跳开主供电源再合上备用电

源,待主供电电源恢复后先跳开备用电源再合上主供电电源。

3)“自投后同期自复”:备自投充满电后,母线失压先跳开主供电电源再合上备用电源,待主供电电源恢复后先同期合上主供电电源再跳开备用电源。

以单母分段接线的母线1、母线2切换方式为例,单母分段分裂运行方式一次系统图如图1所示。

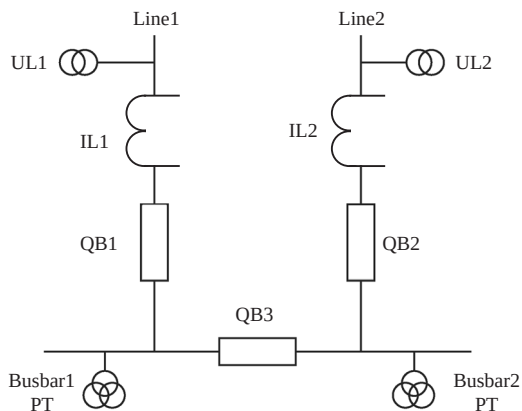


图1 单母分段分裂运行方式

(1) 如果用户选择“自投后不自复”功能

当QB1合位、QB2合位、QB3分位、两段母线有压时,母线1→母线2自投方式开始充电,在没有任何闭锁输入的情况下经10 s充电完成进入正常运行状态,如果检测到母线1失压且进线1无流,延时跳QB1,确认QB1跳开后延时合QB3,当QB3合上后,备自投动作逻辑完成并整组复归,等待下一轮充电。此时系统已经从两条进线单独对两段母线供电转换成一条进线检修而另一条进线对两段母线同时供电的运行方式,一次系统图如图2所示。

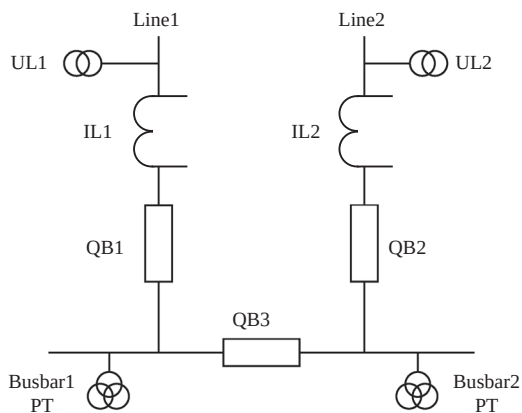


图2 进线2对两段母线同时供电运行方式

系统转换成上述运行方式后常规备自投切换逻辑已经结束。

如果用户选择了“自投后非同期自复”功能,正常的备自投逻辑完成后系统实际运行方式见图2,备自投并不会整组复归,而是进入自复等待充电状态。

在图2的运行方式下当母线三相有压,进线1有压无流,QB2和QB3合位,QB1分位都满足时,母线1、母线2自复方式开始充电,在没有任何闭锁输入的情况下经10 s自复充电完成。

一旦自复充电完成,备自投逻辑将自动进入自复切换过程:自复充电完成后装置显示“自投后自复允许”,同时不经延时跳QB3;确认QB3跳开(母线1无压,QB3分位),经延时合闸延时合QB1;确认QB1合上,自复完成,系统又回到图1的运行方式。

(2) 如果用户选择“自投后同期自复”功能

正常的备自投逻辑完成后实际运行方式如图2,当自复充电完成的同时开始判别QB1同期合闸条件是否满足。由于供电电源只会来自于两条进线,QB1的检同期可以简单采用判别两条进线的抽取电压(UL1和UL2)来实现,当两条进线的压差、角差和频差均小于设定值时,显示“同期条件满足”并合上主供电电源开关QB1,确认QB1开关合上后经延时跳开备用电源开关QB3,系统又回到图1的运行方式。

自投后同期自复会让两条进线并列运行一段时间,为了防止自复动作失败导致的长时间并列运行,因此还需考虑解耦。在跳备用电源断路器QB3失效时,补发主供电电源断路器QB1的跳令,随后结束自复过程。

以上论述只对单母分段运行方式下母线1→母线2切换模式举例,对于母线2→母线1、进线1→进线2和进线2→进线1的切换模式,切换原理和逻辑基本类似,在此不多做赘述。

优缺点分析

1)“自投后不自复”方式能确保母线失压时投入备用电源,用在常规的双电源变电站没有问题,但是无法满足工业用户对供电可靠性和经济性的需求。

2)“自投后非同期自复”方式能在备自投动作后监测到主供进线恢复供电时,将负荷从备用电源自动转移到主供电电源,同时自复过

(下转第57页)

况稳定。由于石臼湖上有大量蚊虫，会通过空调系统和通风孔进入发光发热的变电站，于是运营人员针对运行情况，在变电站的通风孔处额外增加了防虫措施。

结论与建议

综上所述，下表对传统的土建房式变电站和箱式变电站进行了综合比较。

表 电动机与变压器匹配

变电站型式	土建房间式变电站	箱式变电站
经济性	约1 500万元（含房建）	约1 800万元
外形尺寸	占地面积约400 m ²	占地面积约150 m ² 净空高度减少约2 m
设备安装	设备运输和现场安装方便，现场工序交叉较多、施工周期较长。施工可靠性受现场环境限制	设备运输较为复杂。现场无无工序交叉、施工周期短。施工可靠性受现场影响较小
运营维护	无人值班，每日巡检，维护方便	无人值班，每日巡检，维护难度受房间大小及设备特点影响
适用性	适用于与车站合建的变电站或独立的地下风井区间变电站	适用于地面、高架区段的区间变电站

箱式变电站在满足现场运输条件的情况下，可以在厂内完成大部分设备组装、接线和调试工作，现场只需完成少量连接和调试工作。在现场运输条件不满足时，箱式变电站同样可以进行拆分后运至现场组装、安装和调试，整体流程较为灵活。相较传统变电站的土建、机电、装修和设备安装调试流程，箱式变电站减少了工序的交

接，缩短了工期，为轨道交通的后续建设提供了新思路。

在实际设计和施工中，箱式变电站应特别注意其位置及周边自然环境，合理设计箱体模块，优化运输方案，减少运行后对其带来的额外影响。EA

（收稿日期：2020.04.15）

（编辑：朱金凤）

（上接第51页）

程中能可靠将两个进线隔离，确保不出现并列运行的情况，缺点是自复过程中母线会有短暂失压。如果用户场景中两条进线分别来自大电网和孤岛系统，为了维护大电网系统的稳定，一般不允许将孤岛系统与大电网系统并列运行，在这种情况下就需要选择非同期自复，确保两条进线无法并列运行，比如钢铁余热发电系统。

3) “自投后同期自复”方式同样能在备自投动作后监测到主供进线恢复供电时，将负荷从备用电源自动转移到主供电源，且自复过程中不存在母线失压，缺点是短时间内两条进线会有并列运行的情况。如果用户场景是来自同一个系统，两条进线电源理论上应该就是同步状态，这种情况下，为了确保供电稳定性，可以对两条进线电压检同期，将两个电源短时并列后再恢复成常用

供电模式，比如地铁供电系统。

结束语

本文针对备自投系统的供电方式做了深入研究，提出一种自适应于各种应用场景的备自投自复方案，当两个供电电源处于不同系统时，选择非同期自复确保供电可靠性，当两个供电电源处于同一个系统时，选择同期自复确保供电稳定性，能够满足各种用户的需求。

综上，本方案不改动传统备自投的硬件回路设计，仅通过软件改动就能实现备自投的自投自复功能，用户可以根据现场的接线方式灵活选择自投自复的方式，在不增加成本的情况下提高了供电可靠性。EA

（收稿日期：2020.08.19）

（编辑：朱金凤）