

「配电自动化」

配电自动化中馈线终端装置的后备电源研究

文/许继集团有限公司 曹善军 万仁刚 吴小钊 刘高锋 崔宇 董 阔

馈线终端装置(Feeder Terminal Unit, FTU)是配电自动化系统(Distribution Automation System, DAS)的重要远方终端设备之一,通过采集馈线电流、电压等状态量,完成柱上开关设备的当地及远方监测、控制及故障检测功能,并与配电自动化主站通信,提供配电系统运行情况和监测控制所需信息,同时执行配电主站命令,实现设备的远端控制,具备“遥测、遥控、遥信”的三遥功能。当输电线路发生故障时,要求FTU仍能正常工作,后备电源就显得十分重要。

在电力配电网中,配电自动化系统要求在线路故障情况下远方终端能够可靠地完成故障处理,这种情况下后备电源的性能就显得尤其重要,后备电源的充电可以取自配电变压器二次侧、电压互感器二次侧等方式。在线路故障掉电后,馈线终端装置电源输入无缝切换到后备电源,以完成故障识别、故障处理和非故障区恢复供电,同时把故障信息记录并上传主站,为了实现故障处理和非故障区恢复供电,开关要能够完成重合闸操作,这就要后备电源提供保证。因此,研究适用于FTU的电源系统具有重要意义。

FTU用后备电源

电压互感器(PT)直接从10 kV馈线上取电为馈线终端装置以及后备电源供电,当馈线故障时馈线终端装置的电源输入无缝切换到后备电池,保证在输电线路发生故障时,FTU仍能正常工作。目前主要采用的后备电源有蓄电池和超级电容两种。两种后备电源的示意图如图1所示。

1. 蓄电池

阀控式密封蓄电池以其占用空间小、输出

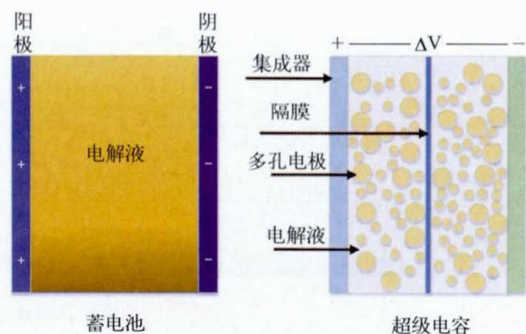


图1 蓄电池和超级电容示意图

稳定、抗过充电能力强、重量轻、维护量小等特点成为通信、电力测控设备等领域备用电源系统的首选电池。由于每节电池的损坏周期不同,其中任何一节电池损坏,就会影响整组蓄电池的寿命,导致蓄电池的寿命较短,进而影响装置的可靠工作;而且在运行了2~3年后蓄电池的容量会急剧降低;而且蓄电池由于充放电次数限制导致维护工作量大。

大部分蓄电池的正常工作温度区间为 $-20\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$,低温下蓄电池的特性会迅速衰减,同时低温下蓄电池的充放电会变得困难,蓄电池的储能容量在 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时会降低到50%以下,图2为蓄电池

容量与温度的关系图。馈线终端装置属于配网末端控制环节，数量大，工作环境相对恶劣，冬季和夏季温度都可能会超过蓄电池的正常工作温度区间，尤其是冬季可能无法保证供电时间。

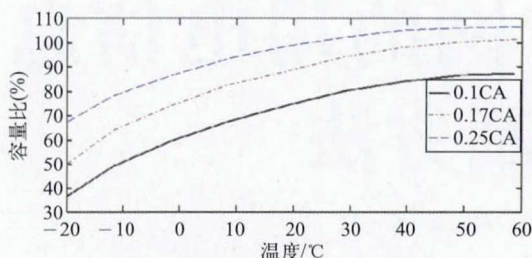


图2 蓄电池容量与温度的关系图

2. 超级电容

超级电容器是一种高效实用的储能元件，能够实现快速充放电，具有极大的比功率、快速动态响应、高功率密度、超长循环寿命、较宽工作温度范围等优点正是通信、电力测控设备等领域备用电源所要求的。

鉴于超级电容的优点，在永磁机构、高能效武器系统应用量比较多，前期由于超级电容的特性与电网的运行要求或者控制设备要求不匹配，所以这些领域鲜有采用。随着配电自动化的推进，电网运行水平也随之提高，这就要对故障的实时性响应速度提高，故障定位和排除的时间也减少，因此在掉电之后备用电源的实际支持时间无需过长，结合运检处针对配电自动化要求：超级电容应保证分闸操作并维持配电终端及通信模块至少运行15 min。因此采用超级电容作为后备电源具备可行性。而且超级电容的高低温特性非常好，特别是低温特性好，在-40℃仍然具有90%以上的能量，保证电网冬季的稳定可靠运行。

表1 超级电容高低温对比

温度/℃	容量/	内阻/Ω
-40	11.79	136.5
20	11.94	104.2
70	11.48	104.0

蓄电池和超级电容对比分析

鉴于成本和无法满足长时间供电等设计要求，短期内超级电容还无法全面取代蓄电池，但是蓄电池充放电次数低、使用寿命短；而且过充电和过放电都会导致其性能损坏，甚至有时过度充电或短路会引起爆炸，此外，蓄电池使用铅等

有害金属，对环境造成严重污染。

超级电容浮充特性好，耐受长期浮充，可达10年以上寿命；内阻低，输出电流能力强，保证分合闸与通信电源的可靠性；体积小，重量轻，可模块化定制，性能可靠；电池往往需要定期活化维护，无法实现真的“免维护”，庞大的终端数量带来的高运维成本。超级电容是完全免维护的器件，无需定期充放电维护，可以长期处于工作电压的充电状态或低电压空置/半空置状态，超级电容工作区间可在0 V到额定电压之间，不存在过放电的问题，过充电或者过放电对性能没有太大影响。超级电容与蓄电池特性对比如表2所示。

表2 超级电容与蓄电池特性对比

项目	超级电容	蓄电池
寿命	100万次以上/10年	500次/2年
维护性	彻底免维护	定期活化
可靠性	高可靠	不稳定
工作温度	-40~70℃	-20~50℃
能量存储	储能是蓄电池的1/20倍	储能是超级电容的20倍
环保及安全	环保材料，无污染，不爆炸	重金属污染，有爆炸风险

电容的电压直接反映其内部的蓄电情况，便于监测，通过监测电压或阻抗就可以反映其状态情况。蓄电池的状态无法直观地监测，另外酸的泄漏几乎是其难以完全克服的问题，在长期使用、密封柜内和多个电网末端应用条件下，酸雾和泄漏导致柜体损坏密封和对电子元件造成损坏，使得设备可靠性降低，设备更换成本增加，除维护电池本身之外对设备的人工维护成本也更是极大增加。

结束语

通过对比分析蓄电池和超级电容的特性，可以结合成本、布置空间、设计要求等参数进行配置后备电源，通过对电池的容量和单体电池内阻进行监测，进而对蓄电池的状态进行评估，设计合理的充放电策略降低硫化并延长蓄电池的寿命。随着超级电容和石墨烯材料的开发，特别是大规模的末端控制设备的监测和配电自动化系统对电源高可靠免维护的要求，超级电容在电网领域的应用会越来越广。EA

（收稿日期：2017.08.28）

（编辑：朱金凤）