

[蓄电池]

工程用UPS后备电源蓄电池选用设计

文/薄大字
中石化宁波工程有限公司

首先介绍工程设计UPS后备电源依据的标准技术规程，按照蓄电池放电时间不小于30 min原则展开分析论述。接着详细论述了常用UPS负荷计算、UPS容量选择及后备电源蓄电池选择方法，通过举例理士蓄电池对比论证蓄电池容量选择、蓄电池放电最低电压、UPS逆变器设定最低截止电压值。通过分析论述明晰了UPS后备电源蓄电池的设计选择和注意事项。

不间断电源（UPS）作为工程用计算机控制系统电源，要求电源有较高的稳定性、安全可靠。电力工程用UPS通常设计选用带有主回路电源、旁路电源和后备电源蓄电池，后备电源一般采用系统自带或者同直流系统共用蓄电池的储能方式。本文对电力行业和石油化工行业工程用UPS自带蓄电池选用设计及后备时间技术要求进行分析论述，为工程设计和用户提供参考借鉴。

问题提出

石油化工行业标准SH/T 3082《石油化工仪表供电设计规范》以及化工行业标准HG/T 20509《仪表供电设计规范》中，要求UPS蓄电池后备供电时间不小于30 min；电力行业标准DL/T 5491《电力工程交流不间断电源系统设计技术规程》（简称规程）中，要求蓄电池事故放电电流宜按UPS额定容量计算，与电力系统并网的火力发电厂，蓄电池的备用时间宜按0.5 h计算。在设计并网火力发电厂交流不停电电源UPS时，规程提出需要设计考虑三个技术环节，分别是火力发电厂交流不停电计算负荷、UPS容量计算和蓄电池放电时间相关参数计算。本文基于这三点进行分析论述电力工程用UPS

后备电源蓄电池选用设计。

常用UPS负荷计算

规程中给出了常用UPS负荷计算公式，规程附录表中给出了火力发电厂常用UPS负荷名称，负荷类型包括计算机负荷、非计算机负荷以及运行方式、功率因数等。

1) 在设计阶段，按照负荷名称先统计计算出接入UPS的常用计算负荷，具体为

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2} \quad (1)$$

$$P_c = \sum K S_i \cos \varphi_i \quad (2)$$

$$Q_c = \sum K S_i \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_i} \quad (3)$$

式中， S_c 为设计计算负荷，单位为kV·A； P_c 为计算负荷有功功率，单位为kW； Q_c 为计算负荷无功功率，单位为kvar； K 为换算系数，可查表选择； S_i 为负荷铭牌容量，单位为kV·A； $\cos \varphi_i$ 为单个负荷功率因数。

2) 以某工程项目为例，动力站燃煤锅炉采用母管制，发电机并网运行，根据DCS的配置特点和负荷关联性要求，按照对应的机炉系统设计配置UPS，统计计算出接入单台UPS的计算负荷约27 kV·A。

UPS容量选择

依据规程先计算出UPS的计算容量，同时需要考虑后期预增负荷，最终确定UPS实际配置容量。

不间断电源UPS容量计算：由式（4）计算确定UPS容量，通过上述分析先计算出接入UPS的计算负荷 S_c ，接下来就可以计算配置UPS的计算容量。

$$S = K_k \times \frac{S_c}{K_f K_d} = 1.25 \times \frac{27}{0.87 \times 0.95} \approx 40.83 \text{ kV} \cdot \text{A} \quad (4)$$

式中， S 为UPS计算容量，单位为 $\text{kV} \cdot \text{A}$ ； K_k 为可靠系数，取1.25； K_f 为功率因数校正系数，取0.8~1.0； K_d 为降容系数，对比海拔高度（1 500 m），取0.95。

由式（4）计算得出UPS计算容量为40.83 $\text{kV} \cdot \text{A}$ ，设计考虑后期改扩建等因素预增负荷15%，最终设计选取单台UPS的容量为50 $\text{kV} \cdot \text{A}$ 。

后备电源蓄电池选择

石油化工、化工行业标准规范和电力行业标准规程中，对UPS电源蓄电池后备供电时间要求都是不小于30 min。这里讲的后备时间是指UPS正常由主电源供电带负荷，并对蓄电池浮充电储能，当主电源失电蓄电池开始放电时，能够继续维持UPS逆变器正常输出额定功率交流电的时间，也就是蓄电池放电电压下降不应低于逆变器所设定的最低电压以下。接着就需要分析蓄电池容量选择、蓄电池放电最低电压及UPS逆变器设定最低截止电压值等问题。

恒功率法确定蓄电池的容量，UPS蓄电池放电逆变图如图1所示。

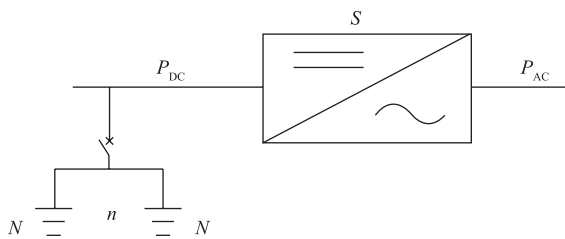


图1 UPS蓄电池放电逆变图

其中， S 为UPS额定容量50 $\text{kV} \cdot \text{A}$ ； P_{AC} 为UPS输出有功功率； P_{DC} 为UPS逆变器直流侧的输入功率，也即是蓄电池的输出功率； N 为每组蓄电池节数； N 为12 V蓄电池单体（cell）数，依据不同型号规格

蓄电池选择组数，本文选用一组蓄电池举例计算。

逆变器输入、输出侧的功率关系如式（5）所示，计算得蓄电池单体功率为246.71 W。

$$P_{DC} = \frac{P_{AC}}{\eta} = \frac{S \cos \varphi}{\eta} \quad (5)$$

$$P_{DC} = P_{ce} N n \quad (6)$$

$$P_{ce} = \frac{S \cos \varphi}{\eta N n} = \frac{50 \times 0.9 \times 1\,000}{0.95 \times 32 \times 6} \approx 246.7 \text{ W} \quad (7)$$

式中， $\cos \varphi$ 为UPS功率因数，取0.9； η 为逆变器转换效率，取0.95； P_{ce} 为蓄电池单体（cell）功率，单位为W； N 为每组蓄电池节数，不同品牌UPS一般配32节或40节不等。

以国产理士工业蓄电池为例，查找理士DJM系列铅酸免维护蓄电池在25℃恒功率放电表，DJM12150（12 V、150 A·h）蓄电池额定电压12 V，C10放电率终止电压1.80 V/cell时标称容量150 A·h。DJM12150蓄电池恒功率放电量见表1，蓄电池放电终止电压1.80 V/cell时，放电时间30~45 min对应的蓄电池单体功率为271.7~201.4 W，与上述式（7）计算得出蓄电池单体（cell）功率246.71 W相吻合。按照恒功率法确定UPS配置一组32节12 V、150 A·h理士蓄电池，蓄电池后备放电时间不小于30 min。

表1 DJM12150蓄电池恒功率放电量

(25℃) 恒功率放电量/W									
F.V/ Time	5 min	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h
1.85 V/ cell	593.2	446.1	372.9	314.3	242.3	181.4	153.6	115.6	92.7
1.80 V/ cell	681	519.7	429.1	358.7	271.7	201.4	168.9	125.7	100.4

蓄电池过放电会降低使用寿命，通常蓄电池价格占UPS总成本的1/4~2/5，铅酸免维护蓄电池的正常使用寿命为5~10年，蓄电池使用维护不当会导致寿命降低或者UPS运行中故障。UPS保护蓄电池的方案是通过设定逆变器的截止电压实现，比如上述理士蓄电池单体放电终止电压是1.80 V，逆变器截止电压设定为1.80 V×6（cell）×32节=345.6 V，蓄电池放电电压达到设定值，逆变器切换到UPS旁路供电，蓄电池给负荷放电停止，起到保护蓄电池的作用。

（下转第77页）

决了接触式测温有可能引发的安全问题。现场前期调试接线图如图6所示。

	最大温度	温度1	温度2	温度3	温度4	外壳温度	内部温度	温度	内部电压
1	37.5	37.5	35.6	34.9	34.5	-	33.0	-	18.7
2	37.7	37.7	35.6	35.2	34.5	-	32.4	-	18.6
3	38.1	38.1	36.0	34.7	34.7	-	32.3	-	18.5
4	34.9	34.9	33.9	33.7	33.7	-	32.8	-	16.2
5	37.7	37.7	36.0	35.2	34.9	-	32.1	-	15.6
6	36.2	36.2	35.4	34.7	34.5	-	32.9	-	18.3
7	35.6	35.6	33.9	33.7	33.7	-	32.4	-	18.1
8	35.6	35.6	33.9	33.7	33.4	-	31.9	-	17.8
9	36.0	36.0	34.5	34.5	34.3	-	32.7	-	17.5
10	37.7	37.7	35.8	35.2	35.2	-	32.7	-	15.3
11	35.4	35.4	34.3	34.1	33.9	-	32.1	-	18.1
12	35.8	35.8	34.3	33.7	33.4	-	32.1	-	17.9

今日最高温度: 37.7

图5 现场的数据采集图片

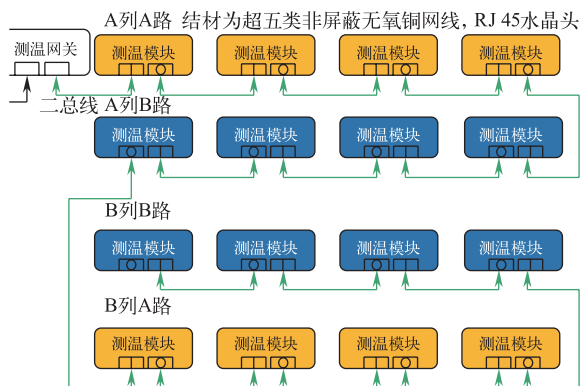


图6 现场前期调试接线图

结束语

根据提出的采集器+红外测温模块装置设计方案,由采集器通过二总线对测温模块进行供电和通信采集,以此为基础设计软件程序。经调试与多次试验结果,非接触式母线连接处红外测温装置在应用中得到肯定。**EA**

(收稿日期: 2022-07-15)

参考文献

- [1] 曲振明,王宾,张慧芬.中性点小电阻接地配网多分支电缆线路单相接地故障测距[J].电气应用,2021,40(5):28-33,38.
- [2] 宋文光,展望.再起电动机群起母线电压校核分析[J].电气应用,2021,40(12):34-36.
- [3] 边美华,张兴森.干式变压器铜铝线材涡流检测技术开发与应用[J].电气应用,2021,40(8):61-67.

(上接第74页)

UPS后备电源采用同直流系统共用蓄电池的储能方式时,按照DL/T 5044《电力工程直流电源系统设计技术规程》要求,与电力系统连接的发电厂,厂用交流电源事故停电时间应按1 h计算,直流负荷统计中包括交流不间断电源负荷,规程给出了直流电源系统蓄电池容量选择和计算的方法,按照该方法选择的蓄电池容量,完全满足UPS蓄电池后备供电时间不小于30 min的要求。

结束语

本文对电力行业和石油化工行业工程用UPS自带蓄电池选用设计及后备时间不小于30 min技术要求进行分析论述,依据标准和规程详细论述了常用UPS负荷计算、UPS容量选择及后备电源蓄电池选择方法,通过举例理士蓄电池对比论证蓄电池容量选择、蓄

电池放电最低电压及UPS逆变器设定最低截止电压,同时对UPS后备电源采用同直流系统共用蓄电池的储能方式设计进行了阐述,通过本文分析论述明晰了UPS后备电源蓄电池的选用设计和注意事项。**EA**

(收稿日期: 2022-03-10)

参考文献

- [1] 李成章,王淑芳.新型UPS不间断电源原理与维修技术[M].北京:电子工业出版社,1996.
- [2] 国家能源局.电力工程直流电源系统设计技术规程DL/T 5044—2014[S].
- [3] 中华人民共和国工业和信息化部.石油化工仪表供电设计规范:SH/T 3082—2019[S].
- [4] 中华人民共和国工业和信息化部.仪表供电设计规范:HG/T 20509—2014[S].