

# 一种智能变电站蓄电池容量快速选择方法

郭 科<sup>[1, 2]</sup>

(1. 国网宁夏电力有限公司经济技术研究院, 宁夏 银川 750002;  
2. 宁夏宁电电力设计有限公司, 宁夏 银川 750002)

**摘 要** 为了减少变电站蓄电池容量选择时的计算工作量, 本文提出了一种智能变电站蓄电池容量快速选择方法, 更加方便蓄电池容量的选择, 通过两个变电站建设中蓄电池容量检验结果证明本文提出的选择方法对工程设计有较强的指导意义。

**关键词** 智能变电站 蓄电池容量 选择方法

**中图分类号:** TM91

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2022)12-0010-03

变电站蓄电池作为变电站直流控制、保护以及不间断交流电源的基础, 直接关系到变电站运行的稳定性, 其可靠性对电网安全起到重要作用。

在变电站规划设计中, 蓄电池的选型是相当重要的一个环节, 但是蓄电池容量选择以及计算过程较繁琐, 对于有经验的设计人员也需要大量时间才能把全站蓄电池容量估算出来。文献<sup>[1-3]</sup>中提供的阶梯计算法和简化计算法均需要多次的迭代计算和系数查询, 对设计人员熟练度要求高、工作量大且容易出错, 任一环节参数错误都会导致整个计算结果发生错误。本文以现有规程规范和电力设计手册为基础, 提出了一种 110kV~750kV 智能变电站蓄电池容量快速选择方法。

## 1 计算方法提出

依据 DL/T 5044-2014《电力工程直流电源系统设计技术规程》<sup>[4]</sup> (以下简称 DL/T 5044-2014), 变电站直流负荷事故放电时间统计如表 1 所示。

因此对于有人值班变电站, DL/T 5044-2014 蓄电池容量阶梯计算公式为:

第一阶段计算容量

$$C_{e1} = K_k \frac{I_1}{K_{C(1min)}} \quad (1)$$

第二阶段计算容量

$$C_{e2} = K_k \left[ \frac{I_1}{K_{C1(30min)}} + \frac{(I_2 - I_1)}{K_{C2(29min)}} \right] \quad (2)$$

第三阶段计算容量

$$C_{e3} = K_k \left[ \frac{I_1}{K_{C1(60min)}} + \frac{(I_2 - I_1)}{K_{C2(59min)}} \right] \quad (3)$$

式中:  $C_{e1} \sim C_{e3}$  为蓄电池 10h (或 5h) 放电率各阶段的计算容量 (Ah);  $K_k$  为可靠系数, 取 1.4;  $I_1$ 、 $I_2$  为

各阶段的负荷电流 (A);  $K_{e1} \sim K_{en}$  为各计算阶段最后一个阶段放电时间的容量换算系数 (1/h)。

从表 1 可以看出, 在变电站整个蓄电池事故放电时段中, 只有初期 1min 直流负荷与其他时段直流负荷不同, 仅仅多了事故初期高压断路器跳闸负荷, 蓄电池初期 1min 蓄电池放电容量远小于其他阶段的放电容量。因此, 对蓄电池容量起决定因素的是最后一个阶段的计算容量  $C_{e3}$ 。又因为  $K_{e1(60min)}$  值与  $K_{e1(59min)}$  值几乎相等,  $C_{e3}$  公式可以近似简化为:

$$C_{e3} = K_k \frac{I_2}{K_{C2(60min)}} \quad (4)$$

此时蓄电池计算容量为:

$$C_s = K_k \frac{I_2}{K_{C2(60min)}} + \frac{I_r}{K_{cr}} \quad (5)$$

式中:  $I_r$  为随机负荷电流 (A);  $K_{cr}$  为随机 (5s) 冲击负荷容量换算系数 (1/h)。

同理, 对于无人值班变电站蓄电池计算容量为:

$$C_s = K_k \frac{I_2}{K_{C2(120min)}} + \frac{I_r}{K_{cr}} \quad (6)$$

假设在某 110kV~750kV 智能变电站终期规模中, 主变台数为 B 台, 电压共转换 N 次, 220kV 及以上线路、母联 (分段) 间隔总数为 E, 110 (66) kV 及以上母线总数为 M, 110(66)kV 线路、母联 (分段) 间隔总数为 Y, 35kV 及以下线路、母联 (分段)、母线间隔总数为 Z, 3/2 接线完整串内的总断路器数 D, 220kV 及以上断路器总个数 C。根据国家电网公司输变电工程通用设计 330~750kV 变电站分册 (2017 年版)<sup>[5]</sup>、GB14285-2006 继电保护和安全自动装置技术规程<sup>[6]</sup>、DL/T5136-2012 火力发电厂、变电站二次接线设计技术

表 1 直流负荷事故放电时间统计表

负荷名称	无人值班变电站	有人值班变电站
控制、保护电源	2h	1h
智能组件、智能装置	2h	1h
DC/DC 变换 (通信电源)	2h	1h
事故照明	2h	1h
UPS	2h	1h
高压断路器跳闸	仅初期 1min	仅初期 1min
备自投	仅初期 1min	仅初期 1min
恢复供电高压断路器合闸	随机 (5s)	随机 (5s)

表 2 智能变电站直流负荷统计表

负荷名称及功率	总数量	负荷系数	备注
保护装置 (50W)	$2B+2E+Y+2M+Z+2D$	0.6	
测控装置 (45W)	$B(N+1)+E+Y+M+D$	0.6	
公用测控 (45W)	$2N$	0.6	
智能组件 (45W)	$B(2N+1)+Y+M+2C$	0.8	
同步对时装置 (40W)	$2+2N$	0.8	
数据通信网关机 (40W)	5	0.8	
网络分析装置 (40W)	N	0.8	
故障录波装置 (40W)	$2+E/8+Y/8$	0.8	
相量测量装置 (60W)	$E/8$	0.8	
电能量采集装置 (30W)	1	0.8	
网络安全监测装置 (50W)	1	0.8	
站控层交换机 (40W)	8	0.8	
间隔层交换机 (40W)	$0.12(3B+BN+3N+3E+2Y+3M+Z+3D)$	0.8	MMS 双网, 每台交换机 20 电口考虑
过程层交换机 (40W)	$2B+Y+2C-7D/3$	0.8	3/2 接线每串配置 2 台
过程层中心交换机 (40W)	2M	0.8	
其他智能二次设备 (XW)	/	0.8	
UPS (UkW)	/	0.6	
事故照明 (SkW)	/	1	
DC/DC 变换 (通信电源) (TkW)	/	0.8	
恢复供电高压断路器合闸 (500W)	H	1	

$$C_s = K_k \frac{0.47BN+0.91B+0.74N+0.5E+0.63Y+0.91M+0.16Z+0.11D+0.62C+0.004X+2.73U+4.55S+3.64T+2.76}{K_{C2(60min)}} + \frac{2.28H}{K_{Cr}} \quad (8)$$

$$C_s = K_k \frac{0.47BN+0.91B+0.74N+0.5E+0.63Y+0.91M+0.16Z+0.11D+0.62C+0.004X+2.73U+4.55S+3.64T+2.76}{K_{C2(120min)}} + \frac{2.28H}{K_{Cr}} \quad (9)$$

规程<sup>[7]</sup>等设计原则以及各厂家设备说明书,智能变电站直流负荷统计如表2所示。

取直流电压为220V,由表2可以计算出:

$$I_2 = 0.47BN+0.91B+0.74N+0.5E+0.63Y+0.91M+0.16Z+0.11D+0.62C+0.004X+2.73U+4.55S+3.64T+2.76 \quad (7)$$

将公式(7)的计算结果代入公式(5)和公式(6)可以得到有人值班变电站蓄电池计算容量如公式(8),无人值班变电站蓄电池计算容量如公式(9)。

## 2 应用实例

实例1:某330kV智能无人值班变电站330kV系统远期采用3/2接线,出线8回;110kV远期采用双母线双分段接线,出线18回;35kV采用单母线单元接线,不出负荷线,其中I、II段母线分别安装1回主变压器进线间隔,3组电容器间隔,1组电抗器间隔,1组站用变间隔,1组母线设备间隔;III段母线安装1回主变压器进线间隔,3组电容器间隔,1组电抗器间隔,1组母线设备间隔。本变电站蓄电池选用阀控式密封铅酸蓄电池(贫液)(单体2V),放电终止电压取1.87V。由DL/T 5044-2014表C.3-3查的 $K_{c1(120min)}=0.334$ , $K_{Cr}=1.27$ ,取 $K_k=1.4$ ,由变电站主接线可知 $B=3,N=3,E=8,Y=22,M=6,Z=17,C=16,D=15,X=0,U=15,S=10,T=0,H=6$ 。将上述数据代入公式(8)得到 $C_s=580.8Ah$ 。建议选用蓄电池容量600Ah,直流系统蓄电池为:2×600Ah。

实例2:某750kV智能无人值班变电站750kV系统远期采用3/2接线,出线9回;330kV采用3/2接线,双母线双分段,330kV远期21回出线;主变66kV侧采用单母线单元接线,采用双分支进线回路,设2台总断路器,对应每个进线回路设一段66kV分支母线,分别连接2组低压并联电容器和2组低压并联电抗器及站用电源。本变电站蓄电池选用阀控式密封铅酸蓄电池(贫液)(单体2V),放电终止电压取1.87V。由DL/T 5044-2014表C.3-3查的 $K_{c1(120min)}=0.334$ , $K_{Cr}=1.27$ ,取 $K_k=1.4$ ,由变电站主接线可知 $B=3,N=3,E=32,Y=0,M=9,Z=2,C=56,D=54,X=0,U=15,S=10,T=0,H=6$ 。将上述数据代入公式(8)得到 $C_s=696.4Ah$ 。建议选用蓄电池容量800Ah,直流系统蓄电池为:2×800Ah。

上述蓄电池容量选型实例已经在实际工程中应用,经过多项工程检验,证实上述蓄电池选型方法可行可用。

## 3 结论

本文首先对现有智能变电站直流负荷及其事故放电时间进行统计,根据统计结果发现在变电站整个蓄电池事故放电时段中,只有初期1min直流负荷与其他时段直流负荷不同,仅仅多了事故初期高压断路器跳闸负荷,然而蓄电池初期1min蓄电池放电容量远小于其他阶段的放电容量。因此对现有规程规范提出的蓄电池容量选择方法进行了步骤简化。

同时将智能变电站直流负荷统计工作与变电站主接线规模建立了联系,仅需要知道变电站终期主接线规模就可以通过本文提炼的公式(8)或公式(9)一步计算出变电站的蓄电池的计算容量,从而选定蓄电池的设计容量。

本文提出的变电站蓄电池容量选择方法比现有规程规范及文献采用的方法步骤简化,操作简便,不易出错,对于变电站规划设计以及建设具有广泛的推广和使用价值。

## 参考文献:

- [1] 常馨方,韩如成,王涛鸣,等.500kV变电站直流蓄电池容量计算与算法优化[J].电工技术,2018(11):76-78.
- [2] 中国电力工程顾问集团有限公司.电力工程设计手册变电站设计[M].北京:中国电力出版社,2019.
- [3] 白忠敏,刘百震,於崇干.电力工程直流系统设计手册(第二版)[M].北京:中国电力出版社,2009.
- [4] 国家能源局.DL/T 5044-2014,电力工程直流电源系统设计技术规程[S].2014.
- [5] 国家电网有限公司.《国家电网有限公司输变电通用设计330kV~750kV变电站分册》(2017年版)[M].北京:中国电力出版社,2018.
- [6] 国家质量监督检验检疫总局,国家标准化管理委员会.GB/T14285-2006,继电保护和安全自动装置技术规程[S].2006.
- [7] 国家能源局.DL/T5136-2012,火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程[S].2013.