

变电站设计中电气设备的选择案例计算综述

目录

变电站设计中电气设备的选择案例计算综述.....	1
1.1 电气设备选择原则	2
1.2 断路器选型.....	2
1.2.1 500kV 侧断路器选择及校验	2
(3) 开断能力校验。	3
(3) 开断能力校验。	4
(3) 开断能力校验。	5
1.3 隔离开关选型	6
1.3.1 500kV 隔离开关选择及校验	6
(1) 根据公式 (5-2) :	7
(2) 进行校验。	7
(1) 根据公式 (5-2) :	8
(2) 进行校验。	8
1.4 电流互感器选型	8
1.4.1 500kV 侧电流互感器的选择及校验	9
(1) 根据公式 (5-2) :	9
(3) 选择互感器连接导线截面。根据容量, 可以计算出最大负荷:	9
(4) 对热稳定进行校验:	9
(5) 对动稳定进行校验:	9
(3) 选择互感器连接导线截面。根据容量, 可以计算出最大负荷:	10
(4) 对热稳定进行校验:	10
(5) 对动稳定进行校验:	10
(3) 选择互感器连接导线截面。根据容量, 可以计算出最大负荷:	11
(4) 对热稳定进行校验:	11
1.5 电压互感器选型	12
1.1.1 500kV 侧电压互感器	12
1.6 变电站导体选型	12
1.6.1 500kV 导体的选择及校验	13
(1) 对 500kV 侧的最大运行电流进行计算:	13
(2) 对热稳定进行校验:	13
(1) 对 220kV 侧的最大运行电流进行计算:	13
(2) 对热稳定进行校验:	14
(1) 对 35kV 侧的最大运行电流进行计算:	14
(2) 对热稳定进行校验:	14
(3) 对动稳定进行校验:	14
单位长度导体所受相间电动力计算	15
1.7 避雷器选型.....	16
1.7.1 500kV 避雷器的选择	16
1.选择。	16
2.校验	16

1.选择.....	17
2.校验.....	17
1.7.2 220kV 避雷器的选择.....	17
1.选择.....	17
2.校验.....	18
1.选择.....	18
2.校验.....	19
1.7.3 35kV 避雷器的选择.....	19
1.选择.....	19
2.校验.....	19

电气设备的正确选择将对变电站的平稳运行具有重要意义，这是因为变电站的变电、输电和配电主要依赖电气设备完成具体的功能。电气选择的正确不仅可以降低变电站投资^[13]，还可以保证功能的完整性。本设计中的电气设备重点考虑国产系列。

1.1 电气设备选择原则

一方面要根据额定电压、额定电流、工作条件等选择出满足基本使用条件的电气设备。另一方面还要进行校核，主要包括热稳定性和动稳定性，断路器还要考虑开断能力。

$$U_N \geq U_{Ns} \quad (5-1)$$

$$I_N > I_{max} \quad (5-2)$$

$$I_t^2 t > I_\infty^2 t_k \quad (5-3)$$

$$i_{es} > i_{sh} \quad (5-4)$$

1.2 断路器选型

随着科技的进步，多油或者少油型的断路器基本已经被淘汰，其原因主要是性能不完善、维护困难，目前主流的断路器类型是真空断路器。

1.2.1 500kV 侧断路器选择及校验

(1) 根据公式 (5-2):

$$I_{max} = 1.05 \times S_N / \sqrt{3} U_N = 1.05 \times 750000 / (\sqrt{3} \times 500) = 909.35 A$$

结合额定电压，选择如表 5-1 所示:

表 5-1 LW6-500/3150 断路器技术数据

型号	额定电流	开断电流	极限通过电流	热稳定电流	分闸时间
LW6-500	3150A	50kA	125kA	40kA (4s)	0.02s

(2) 进行校验。

短路电流时间:

$$t_{br}=0.02s \quad t_{pr2}=2s$$

$$t_k = t_{br} + t_{pr2} = 0.02+2s=2.02s$$

短路电流周期分量的热效应 Q_p 为:

$$Q_p = \frac{t_k}{12} (I''^2 + 10I_{t_{k/2}}^2 + I_k^2) = \frac{2.02}{12} \times (5.59^2 + 10 \times 4.47^2 + 4^2) = 41.59kA^2 \cdot s$$

由于短路电流切除时间 $t_k = 2.02s > 1s$ ，此时非周期分量的影响可略去不急，可得:

$$Q_k = Q_p = 41.59kA^2 \cdot s$$

(3) 开断能力校验。

根据:

$$I_{Nbr} > I'_K$$

其中:

$$I'_K = \sqrt{I_{pt}^2 + \left(\sqrt{2} I'' e^{-\frac{\omega t'_K}{T_a}} \right)^2} = \sqrt{5.59^2 + \left(\sqrt{2} \times 5.59 \times e^{-0.314} \right)^2} = 8.04kA$$

表 5-2 热稳定和动稳定计算表

项目	计算	设备
热稳定校验	$Q_k = 41.59kA^2 \cdot s$	$I_t^2 t = 40^2 \times 4 = 6400kA^2 \cdot s$
动稳定校验	$i_{sh} = 2.55 I_{K1} = 2.55 \times 5.59 = 14.25kA$	$i_{es} = 125kA$
开断能力校验	$I'_K = 8.04kA$	$I_{Nbr} = 40kA$

结论: 可以满足要求。

1.2.2 220kV 断路器选择及校验

(1) 根据公式 (5-2):

$$I_{\max} = 1.05 \times S_1 / \sqrt{3} U_N = 1.05 \times 750000 / (\sqrt{3} \times 220) = 2066.71A$$

结合额定电压，选择如表 5-3:

表 5-3 LW6-220/2500 断路器技术数据

型号	额定电流	开断电流	极限通过电流	热稳定电流	分闸时间
LW6-220	2500A	40kA	125kA	40kA (4s)	0.06s

(2) 进行校验。

短路电流时间:

$$t_{br} = 0.06s, \quad t_{pr2} = 2s$$

$$t_k = t_{br} + t_{pr2} = 0.06 + 2 = 2.06s$$

短路电流周期分量的热效应 Q_p 为:

$$Q_p = \frac{t_k}{12} (I''^2 + 10I_{t_{k/2}}^2 + I_{t_k}^2) = \frac{2.06}{12} \times (11.19^2 + 10 \times 9^2 + 8.06^2) = 171.7kA^2 \cdot s$$

由于短路电流切除时间 $t_k = 2.06s > 1s$ ，此时非周期分量的影响可略去不急，可得:

$$Q_k = Q_p = 171.7kA^2 \cdot s$$

(3) 开断能力校验。

根据:

$$I_{Nbr} > I'_K$$

其中:

$$I'_K = \sqrt{I_{pt}^2 + (\sqrt{2}I''e^{-\frac{\omega t_K}{T_a}})^2} = \sqrt{11.19^2 + (\sqrt{2} \times 11.19 \times e^{-0.628})^2} = 14.02kA$$

表 5-4 热稳定和动稳定计算表

项目	计算	设备
热稳定校验	$Q_k = 171.7kA^2 \cdot s$	$I_t^2 t = 40^2 \times 4 = 6400kA^2 \cdot s$
动稳定校验	$i_{sh} = 2.55I_{K2} = 2.55 \times 11.19 = 28.53kA$	$i_{es} = 125kA$
开断能力校验	$I'_K = 14.02kA$	$I_{Nbr} = 40kA$

结论：可以满足要求。

1.2.3 35kV 断路器选择及校验

(1) 根据公式 (5-2)：

$$I_{\max} = 1.05 \times S_2 / \sqrt{3} U_N = 1.05 * 105880 / (\sqrt{3} \times 35) = 1833.95 A$$

结合额定电压，选择如表 5-5 所示：

表 5-5 LW8-35/2000 技术参数

型号	额定电压	额定电流	开断电流	极限通过电流	热稳定电流	分闸时间
LW8-35	35kV	2000A	40kA	100kA	40kA (4s)	0.06s

(2) 热稳定性和动稳定性校验。

短路电流时间：

$$t_{br} = 0.06s, \quad t_{pr2} = 2s$$

$$t_k = t_{br} + t_{pr2} = 0.06 + 2s = 2.06s$$

短路电流周期分量的热效应 Q_p 为：

$$Q_p = \frac{t_k}{12} (I^2 + 10I_{t_{k/2}}^2 + I_{t_k}^2) = \frac{2.06}{12} \times (19.5^2 + 10 \times 15.6^2 + 14.04^2) = 516.88 kA^2 \cdot s$$

由于短路电流切除时间 $t_k = 2.06s > 1s$ ，此时非周期分量的影响可略去不急，可得：

$$Q_k = Q_p = 516.88 kA^2 \cdot s$$

(3) 开断能力校验。

根据：

$$I_{Nbr} > I'_K$$

其中：

$$I'_K = \sqrt{I_{pt}^2 + \left(\sqrt{2} I'' e^{-\frac{\omega t_k}{T_a}} \right)^2} = \sqrt{19.5^2 + \left(\sqrt{2} \times 19.5 \times e^{-0.628} \right)^2} = 24.23 kA$$

表 5-6 热稳定和动稳定计算表

项目	计算	设备
热稳定校验	$Q_k = 516.88 kA^2 \cdot s$	$I_t^2 t = 40^2 \times 4 = 6400 kA^2 \cdot s$
动稳定校验	$i_{sh} = 2.55 I_{K3} = 2.55 \times 19.5 = 49.73 kA$	$i_{es} = 100 kA$
开断能力校验	$I'_K = 24.23 kA$	$I_{Nbr} = 40 kA$

结论：可以满足要求。

1.3 隔离开关选型

隔离开关的作用是创造一个可视化断口，运行和操作人员可以通过可视化断口来判断线路的开断情况，以保障人身和设备安全。但是隔离开关不能开断电流，只能在线路断开的情况下进行操作，因此要注意操作顺序和规程，防止引发安全事故^[14]。本设计中 500kV 和 220kV 隔离开关带有接地功能，35kV 隔离开关不带接地功能。

1.3.1 500kV 隔离开关选择及校验

(1) 根据公式 (5-2)：

$$I_N > I_{max} = 909.35 A$$

结合额定电压，选择如表 5-7 所示：

表 5-7 GW6-500D/2500 技术参数

规格型号	额定电压	额定电流	极限通过电流	热稳定电流
GW6-500D	500kV	2500A	80kA	40kA (3s)

(2) 进行校验。

短路电流时间：

$$t_{br} = 0.02s \quad t_{pr2} = 2s$$

$$t_k = t_{br} + t_{pr2} = 0.02 + 2s = 2.02s$$

短路电流周期分量的热效应 Q_p 为：

$$Q_p = \frac{t_k}{12} (I^2 + 10I_{t_{k/2}}^2 + I_k^2) = \frac{2.02}{12} \times (5.59^2 + 10 \times 4.47^2 + 4^2) = 41.59 kA^2 \cdot s$$

由于短路电流切除时间 $t_k = 2.02s > 1s$ ，此时非周期分量的影响可略去不急，可得：

$$Q_k = Q_p = 41.59 kA^2 \cdot s$$

表 5-8 热稳定和动稳定计算表

项目	计算	设备
热稳定校验	$Q_k = 41.59 kA^2 \cdot s$	$I_t^2 t = 40^2 \times 3 = 5400 kA^2 \cdot s$
动稳定校验	$i_{sh} = 2.55 I_{K1} = 2.55 \times 5.59 = 14.25 kA$	$i_{es} = 80 kA$

结论：可以满足要求。

1.3.2 220kV 隔离开关选择及校验

(1) 根据公式 (5-2):

$$I_N > I_{max} = 2066.71 A$$

结合额定电压，选择如表 5-9:

表 5-9 GW6-220D/2500 技术参数

规格型号	额定电压	额定电流	极限通过电流
GW6-220D	220kV	2500A	100kA

(2) 进行校验。

短路电流时间:

$$t_{br} = 0.06s, \quad t_{pr2} = 2s$$

$$t_k = t_{br} + t_{pr2} = 0.06 + 2s = 2.06s$$

短路电流周期分量的热效应 Q_p 为:

$$Q_p = \frac{t_k}{12} (I''^2 + 10I_{k/2}^2 + I_k^2) = \frac{2.06}{12} \times (11.19^2 + 10 \times 9^2 + 8.06^2) = 171.7 kA^2 \cdot s$$

由于短路电流切除时间 $t_k = 2.06s > 1s$ ，此时非周期分量的影响可略去不急，可得:

$$Q_k = Q_p = 171.7 kA^2 \cdot s$$

表 5-10 热稳定和动稳定计算表

项目	计算	设备
热稳定校验	$Q_k = 171.7 kA^2 \cdot s$	$I_t^2 t = 40^2 \times 3 = 4800 kA^2 \cdot s$

动稳定校验	$i_{sh} = 2.55I_{K2} = 2.55 \times 11.19 = 28.53kA$	$i_{es} = 100kA$
-------	-----------------------------------------------------	------------------

结论：可以满足要求。

1.3.3 35kV 隔离开关选择及校验

(1) 根据公式 (5-2)：

$$I_N > I_{max} = 1833.95A$$

结合额定电压，选择如表 5-11：

表 5-11 GW4-35/2000 技术参数

规格型号	额定电压	额定电流	极限通过电流
GW4-35/2000	35kV	2000A	100kA

(2) 进行校验。

短路电流时间：

$$t_{br} = 0.06s, \quad t_{pr2} = 2s$$

$$t_k = t_{br} + t_{pr2} = 0.06 + 2s = 2.06s$$

短路电流周期分量的热效应 Q_p 为：

$$Q_p = \frac{t_k}{12} (I^2 + 10I_{t_{k/2}}^2 + I_{t_k}^2) = \frac{2.06}{12} \times (19.5^2 + 10 \times 15.6^2 + 14.04^2) = 516.88kA^2 \cdot s$$

由于短路电流切除时间 $t_k = 2.06s > 1s$ ，此时非周期分量的影响可略去不急，可得：

$$Q_k = Q_p = 516.88kA^2 \cdot s$$

表 5-12 热稳定和动稳定计算表

项目	计算	设备
热稳定校验	$Q_k = 516.88kA^2 \cdot s$	$I_t^2 t = 40^2 \times 4 = 6400kA^2 \cdot s$
动稳定校验	$i_{sh} = 2.55I_{K3} = 2.55 \times 19.5 = 49.73kA$	$i_{es} = 100kA$

结论：可以满足要求。

1.4 电流互感器选型

电流互感器主要依靠绕组将一次系统中的电流经过转换，形成二次电流，然后通过电流表、控制开关等完成测量、保护等功能。

1.4.1 500kV 侧电流互感器的选择及校验

(1) 根据公式 (5-2):

$$I_{\max} = 1.05 \times S_N / \sqrt{3} U_N = 1.05 \times 750000 / (\sqrt{3} \times 500) = 909.35 A$$

(2) 根据其电压等级和额定电流，选型表如表 5-13 所示。

表 5-13 技术参数表

规格型号	额定电流比	级次组合	热稳定倍数	动稳定倍数
LVQB(T) - 550	1000/5	0.2/0.5/D	75(1s)	135

(3) 选择互感器连接导线截面。根据容量，可以计算出最大负荷：

$$Z_{2N} = \frac{20}{5 \times 5} = 0.8 \Omega$$

则：

$$r_{re} = 0.2 \Omega$$

$$r_a = 0.16 \Omega$$

计入接触电阻 0.1Ω ，则连接导线电阻不得超过：

$$0.8 - (0.2 + 0.1 + 0.16) = 0.34 \Omega$$

此时对最小截面进行计算：

$$S \geq \frac{\rho L_c}{Z_{2N} - r_a - r_c - r_{re}} = \frac{1.75 \times 10^{-2} \times 20}{0.8 - 0.16 - 0.1 - 0.2} = 1.029 \text{mm}^2$$

需要选用标准截面积为 1.5mm^2 的铜线，此时可以计算其接线电阻为：

$$r_L = \frac{\rho L_c}{S} = \frac{1.75 \times 10^{-2} \times 20}{1.5} = 0.23 \Omega$$

此时，二次侧负荷：

$$Z_{2L} = 0.16 + 0.1 + 0.23 + 0.2 = 0.69 \Omega$$

可以满足允许最大负荷 0.8Ω 的要求。

(4) 对热稳定进行校验：

$$(I_{1N} K_t)^2 = (1 \times 75)^2 \text{kA}^2 \text{S} \geq 41.59 \text{kA}^2 \text{S}$$

(5) 对动稳定进行校验：

$$\sqrt{2} \times 1 \times 135 \geq i_{sh} = 14.25kA$$

1.4.2 220kV 侧电流互感器的选择及校验

(1) 根据公式 (5-2):

$$I_{max} = 1.05 \times S_N / \sqrt{3} U_N = 1.05 \times 750000 / (\sqrt{3} \times 220) = 2066.71A$$

(2) 根据其电压等级, 选型表如表 5-14 所示。

表 5-14 技术参数表

规格型号	额定电流比	级次组合	热稳定倍数	动稳定倍数
LCW-220	2500/5	0.5/D/D/D	75(1s)	135

(3) 选择互感器连接导线截面。根据容量, 可以计算出最大负荷:

$$Z_{2N} = \frac{20}{5 \times 5} = 0.8\Omega$$

则:

$$r_{re} = 0.2\Omega$$

$$r_a = 0.16\Omega$$

计入接触电阻 0.1Ω , 则连接导线电阻不得超过:

$$0.8 - (0.2 + 0.1 + 0.16) = 0.34\Omega$$

此时对最小截面进行计算:

$$S \geq \frac{\rho L_c}{Z_{2N} - r_a - r_c - r_{re}} = \frac{1.75 \times 10^{-2} \times 20}{0.8 - 0.16 - 0.1 - 0.2} = 1.029mm^2$$

需要选用标准截面积为 $1.5mm^2$ 的铜线, 此时可以计算其接线电阻为:

$$r_L = \frac{\rho L_c}{S} = \frac{1.75 \times 10^{-2} \times 20}{1.5} = 0.23\Omega$$

此时, 二次侧负荷:

$$Z_{2L} = 0.16 + 0.1 + 0.23 + 0.2 = 0.69\Omega$$

可以满足允许最大负荷 0.8Ω 的要求。

(4) 对热稳定进行校验:

$$(I_{1N} K_t)^2 = (2.5 \times 75)^2 kA^2 S \geq 171.7 kA^2 S$$

(5) 对动稳定进行校验:

$$\sqrt{2} \times 2.5 \times 135 \geq i_{sh} = 28.53kA$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/476124013021011042>