

发电厂电气设备选型

实 习 指 导 书

湖北水利水电职业技术学院 电力电子工程系

王春民 编写

2016年9月

发电厂电气设备选型实训指导书

一、实训目的

通过本次实训,使学生掌握发电厂电气主接线基本知识、短路电流计算方法、高压电气设备选型方法等。具备发电厂电气设备新建配型、电气设备工程改造的基本能力。

二、实训任务

本次实训任务以实际工程电站为载体,根据所给原始资料及相关数据,对湖北恩施天楼地枕水力发电厂 6.3KV 和 110KV 侧主要高压电气设备进行选型计算与选型设计,并按照要求编制设计计算书。具体任务包括:

1. 进行三相短路电流计算
2. 选择主要高压电气设备型号
3. 校验主要高压电气设备型号

三、实训安排

本次设计任务安排训练时间为一周共 5 天(30 学时),每一阶段工作安排如下。

1. 布置任务、收集资料 2 学时。
2. 讲解短路电流计算方法 8 学时。
3. 完成短路电流计算 8 学时。
4. 高压电气设备选型并校验 8 学时。
5. 技能考核、总结成果 4 学时。

四、原始资料

天楼地枕水电厂位于恩施市屯堡乡车坝村境内,建在水流湍急的清江干流河道上,是清江干流上游的一座径流引水式水电厂,由引水渠形成水头,压力水经引水管道引入厂房。

天楼地枕水力发电厂于 1987 年 12 月开工建设,1994 年 1 月全部机组正式投产发电。水电厂共装设四台立式水轮发电机组,总装机容量 25200 kW (4×6300kW),设计年发电量 1.34 亿度,年利用小时 5324 小时。

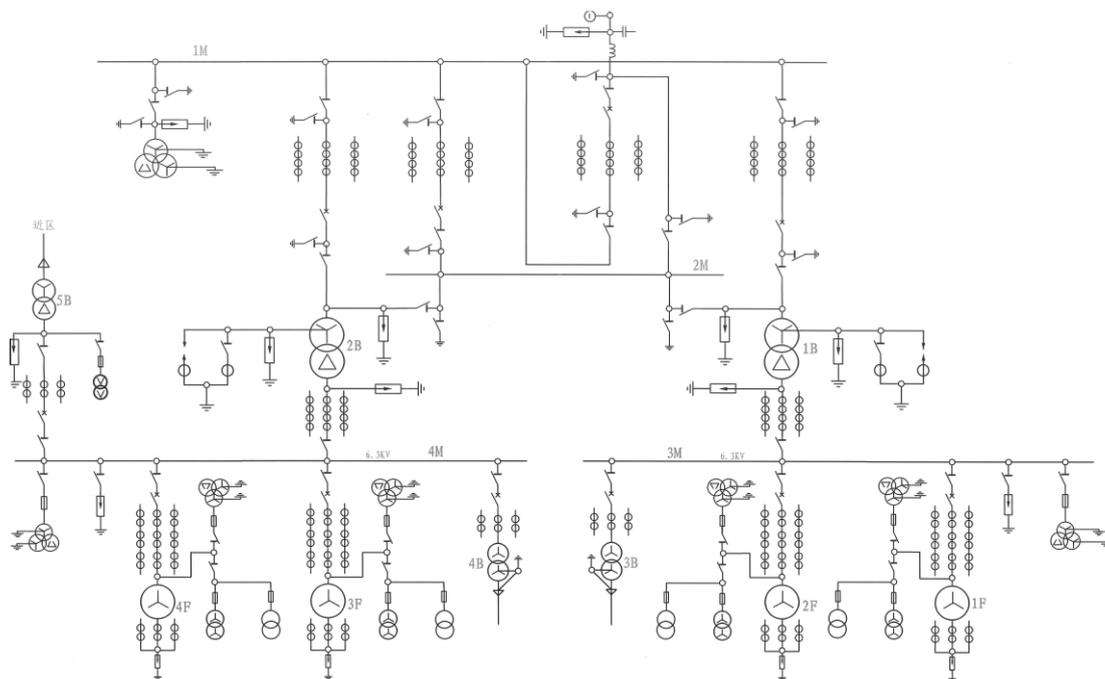
(一) 电气主接线

天楼地枕水电厂电气主接线如下图所示。水电厂发电机出口侧电压等级为

6.3kV，采用单母分两段的电气主接线方式。四台 6.3kV 发电机等分成两组，每组发电机发出的电能分别汇集于 3M 母线、4M 母线，两段母线分别通过两台升压变压器将电压提升至与系统相连。主变高压侧送电电压等级为 110kV，采用单母线带旁路母线的电气主接线方式，设一组单母线 1M 和一组旁母线 2M 汇集和分配电能。一回 110KV 出线（坝天线），该出线与 220KV 龙凤坝变电站连接至无穷大电网系统。

水电厂生产的大部分电能送往大电网系统，仅小部分近区负荷，通过近区负荷变压器 5B 与渠道及生活用电变压器连接，给近区负荷供电。

为了保证厂用电负荷的供电可靠性，装设两台厂用变压器 3B、4B，两台厂变通过 6.3kV 断路器分别接在两段发电机母线 3M、4M 上，低压侧电压等级为 400V。正常运行情况下，厂用电源由发电机电压母线供给，当出现全厂停机时，可以由大电网通过主变压器倒送厂用电，或由 10KV 屯罗线经近区变 5B 供给厂用变供电，或由附近的车坝三级电站直接向低压间配电屏供给厂用电。



天楼地枕水电厂电气主接线图

(二) 系统参数

天楼地枕水电厂通过 110KV 坝天线与无穷大电网相连，在短路电流计算中，无穷大电网系统归算至本电厂 110KV 母线侧的系统电抗值如下。

$X_{s.\max} = 32.13675\Omega$

$X_{s.\min} = 23.83145\Omega$

(三) 发电机参数

型号: SF6300—10/260

额定容量: 7875KVA

额定电压: 6.3kV

额定电流: 722A

次暂态电抗: 0.21

额定转速: 600r /min

(四) 主变压器参数

型号: SFL7-20000/110

额定容量: 20000KVA

高压侧额定电压: 121KV

低压侧额定电压: 6.3KV

高压侧额定电流: 95.4A

低压侧额定电流: 1833A

阻抗电压: 10.1%

空载电流: 0.409%

空载损耗: 22.3KW

负载损耗: 98.6KW

(五) 厂用变压器参数

型号: S7-315/10

额定容量: 315KVA

高压侧额定电压: 6.3KV

低压侧额定电压: 0.4KV

高压侧额定电流: 28.9A

低压侧额定电流: 454.7A

阻抗电压: 3.96%

空载损耗: 740W

负载损耗: 4717W

(六) 近区负荷变压器参数

型号: S9-630/10

额定容量: 630KVA

高压侧额定电压: 10KV

低压侧额定电压: 6.3KV

高压侧额定电流: 36.37A

低压侧额定电流: 57.7A

阻抗电压: 4.61%

空载电流:

空载损耗: 1.1KW

负载损耗: 6.69KW

五、短路电流计算方法

(一) 短路电流计算的一般规定

验算导体和电器时所用短路电流一般有以下规定。

1、计算的基本情况

(1) 电力系统中所有电源均在额定负荷下运行。

(2) 所有同步电机都具有自动调整励磁装置（包括强行励磁）。

(3) 短路发生在短路电流为最大值的瞬间。

(4) 所有电源的电动势相位角相同。

(5) 应考虑对短路电流值有影响的所有元件，但不考虑短路点的电弧电阻。

对异步电动机的作用，仅在确定短路电流冲击值和最大全电流有效值时才给予考虑。

2、接线方式

计算短路电流时所用的接线方式，应是可能发生最大短路电流的正常接线方式（即最大运行方式），而不能用仅在切换过程中，可能并列运行的接线方式。

3、计算容量

应按本工程设计规划容量计算，并考虑电力系统的远景发展规划。

4、短路种类

一般按三相短路计算。若发电机出口的两相短路，或中性点直接接地系统，以及自耦变压器等回路的单相（或两相）接地短路较三相短路情况严重时，则应按严重情况的进行校验。

5、短路计算点

在正常接线方式时，通过电气设备的短路电流为最大的地点，称为短路计算点。

对于带电抗器的 6 ~ 10kV 出线与厂用分支线回路，在选择母线至母线隔离开关之间的引线、陶管时，短路计算点应该取在电抗器前。选择其余的导体和电器时，短路计算点一般取在电抗器后。

在实际短路计算中，为了简化计算工作，通常采用一些简化假设，其中主要包括：

(1) 负荷用额定电抗表示或略去不计；

(2) 认为系统中各元件参数恒定，在高压网络中不计元件的电阻和导纳，即各元件均用纯电抗表示，并认为系统中各发电机的电势同相位，从而避免了复数的运算；

(3) 系统除不对称故障处出现局部不对称外，其余部分是三相对称的。

事实上，采用了上述简化假设所带来的计算误差，一般仍在工程计算的允许

范围之内。

(二) 短路电流计算步骤

在工程设计中，短路电流的计算通常采用实用曲线法。现将其计算步骤简述如下：

(1) 选择计算短路点。

(2) 画等值网络（次暂态网络）图；

a. 首先去掉系统中的所有负荷分支、线路电容、各元件的电阻，发电机电抗用次暂态电抗 X''_d 。

b. 选取基准容量 S_j 和基准电压 U_j （一般取各级的平均电压）。

c. 将各元件电抗换算为同一基准值的标幺电抗。

d. 绘出等值网络图，并将各元件电抗统一编号。

(3) 化简等值网络图：为计算不同短路点的短路电流值，需将等值网络分别化简为以短路点为中心的辐射性等值网络，并求出各个电源与短路点之间的电抗。

(4) 求计算电抗 X_{js} 。

(5) 由运算曲线查出各电源供给的短路电流周期分量标幺值。

(6) 计算无限大容量电源供给的短路电流周期分量。

(7) 计算短路电流周期分量有名值和短路容量。

(8) 计算短路电流冲击值。

(9) 计算异步电动机供给的短路电流。

(10) 绘制短路电流结果表。

(三) 短路电流计算方法

1、标幺值换算

在实际电力系统接线中，各元件的电抗表示方法不统一，基值也不一样。如发电机电抗，厂家推出的是以发电机额定容量 S_N 和额定电压 U_N 为基值的标幺电抗 X''_d ；变压器的电抗，厂家给出的是短路电压百分值 U_d (%)；而输电线路的电抗，通常是有名值表示的。为此，短路计算的第一步是将各元件电抗换算为同一基值的标幺电抗。

2、网络的等值变换与简化

在工程计算中，常采用以下方法化简网络：

(1) 网络等值变换原则

等值变换的原则是在网络变换前后应使未被变化部分的状态保持不变。

(2) 利用网络的对称性化简网络

(3) 并联电源支路的合并

在实际电力系统中，发电机数目众多，如果每台发电机都单独计算，工作量非常大。因此，工程计算中常采用合并电源的方法来化简网络。

合并的主要原则是：

- a. 距短路点电气距离大致相等的同类型发电机可以合并；
- b. 远离短路点的不同类型发电机可以合并；
- c. 直接与短路点相连的发电机应单独考虑；
- d. 无限大功率系统应单独计算。

3、三相短路电流周期分量的计算

(1) 求计算电抗 X_{js}

X_{js} 可以用下式归算：

$$X_{js*} = X_{\Sigma*j} \frac{S_{G\Sigma}}{S_j}$$

式中 $X_{\Sigma*j}$ ——短路回路总电抗标么值；

S_j ——对应 $X_{\Sigma B*}$ 的基准容量 (MVA)；

$S_{G\Sigma}$ ——短路回路的总发电机容量 (MVA)；

(2) 无限大容量的电源的短路电流计算

由无限大容量电源供给的短路电流，或计算电抗 $X_{js} \geq 3.45$ 时的短路电流，可以认为其周期分量不衰减。短路电流标么值由下式计算：

$$I_{kz*}^{(3)} = \frac{1}{X_{\Sigma*}} 0$$

式中 $X_{\Sigma*}$ ——无限大容量电源到短路点之间的总电抗 (标么值)；

$I_{kz*}^{(3)}$ ——短路电流周期分量 (标么值)；

(3) 有限功率电源的短路电流计算

通常使用实用运算曲线法。运算曲线是一组短路电流周期分量与计算电抗 X_{js} 、短路时间 t 的变化关系曲线，所以根据各电源的计算电抗 X_{js} ，查相应的运算曲线，可分别查出对应于任何时间 t 的短路电流周期分量标么值，并求出有名值。

4、短路电流冲击值计算

短路电流最大峰值出现在短路后约半个周期时，当 $f=50\text{HZ}$ 时，发生在短路后 0.01S ，该峰值称为短路电流冲击值 i_{ch} 。

三相中的最大冲击短路电流相的冲击电流为

$$i_{ch} = \sqrt{2}K_{ch}I''$$

实用计算中，对发电机端短路，取 $K_{ch}=1.9$ ；对发电厂的高压配电装置母线短路，取 $K_{ch}=1.85$ ，远离发电厂短路时，取 $K_{ch}=1.8$ 。

六、高压电气设备选型方法

正确地选择设备是使电气主接线和配电装置达到安全经济运行的重要条件。在进行设备选择时，应根据工程实际情况，在保证安全可靠的前提下，积极而稳妥地采用新技术，并注意节约投资，选择合适的电气设备。

尽管电力系统中，各种电气设备的作用和工作条件并不一样，具体选择方法也不完全相同，但对它们的基本要求却是相同的。电气设备要能可靠地工作，必须按正常工作条件进行选择，并按短路状态来校验其热稳定和动稳定。

(一) 电气设备选择的一般条件

1、按正常工作条件选择

(1) 允许电压大于等于最高工作电压

电气设备可以长期在其额定电压的 $110\% \sim 115\%$ 下安全运行，这一电压称为最高允许工作电压。当额定电压 U_N 在 220kV 及以下时，其最高允许工作电压为 $1.15U_N$ ，当额定电压为 $330 \sim 500\text{kV}$ 时，其最高允许工作电压为 $1.1U_N$ 。

(2) 允许电流大于等于最高持续工作电流

满足此条件的目的在于使电气设备的持续最高温度不超过长期发热的最高允许温度，各支路最大工作电流确定于支路主要设备：发电机、调相机和变压器，由于在电压降低 5% 时，其电流可以提高 5% ，保持出力不变。所以其回路的最高

持续工作电流为 $1.05 I_N$ ；母联断路器回路应取母线上最大一台发电机或变压器的最高持续工作电流；母线分段电抗器的最高工作持续电流应为母线上最大一条支路跳闸时保证该母线负荷所需的电流；出线回路的最高持续工作电流除考虑线路正常负荷电流（包括线路损耗）外，还应考虑事故时由其他回路转移过来的负荷。

2、按短路状态校验

(1) 短路热稳定性校验

电气设备热稳定性的根本条件是短路发热最高温度不超过短时发热的最高允许温度。一般电气设备的工程实用条件为

$$I_t^2 t \geq I_{\infty}^2 t_{kz}$$

式中 t_{kz} ——短路电流发热等值时间（又称假想时间）；

I_t ——短路器 t 秒热稳定电流。

不等式左端表示电气设备的能力——允许吸热量， I_t 称为 t 秒热稳固性电流；不等式右端表示电气设备应承受的载荷——短路电流向该电气设备提供的热量。

(2) 动稳定性校验

电动力稳定是导体和电器承受短路电流机械效应的能力，也称动稳定。满足动稳定的条件是短路冲击电流产生的最大应力不大于材料的允许使用应力。

一般电气设备的动稳定条件为：

$$i_{ch} \leq i_{es}$$

式中 i_{es} ——电气设备的动稳定电流的幅值；

i_{ch} ——流过电气设备的短路电流冲击值。。

下列几种情况可以不校验热稳定和动稳定：

- a. 用熔断器保护的电器，其热稳定由熔断时间保证，故可不演算热稳定。
- b. 采用有限流电阻的熔断器保护的设备可不校验动稳定；电缆因有足够的强度，也可不校验动稳定。
- c. 装设在电压互感器回路中的裸导体和电器可不演算动、热稳定。

(3) 短路电流计算条件

为使所选导体和电气设备具有可靠性和合理性，做校验用的短路电流应按下列

列情况确定。

a. 容量和接线

按本工程设计最终容量计算，还要考虑发展容量，一般考虑本期工程建成后 5 到 10 年的容量；其接线应采用可能发生最大短路电流的正常接线方式，但不考虑切除过程中可能短时并列的接线方式。

b. 短路种类

一般按系统最大运行方式下三相短路计算和校验。

c. 计算短路点

选择通过导体和电器的短路电流为最大的那些点为计算点。

(4) 短路计算时间

选择电器校验热稳定和开断电流时，还必须合理地确定计算时间。

热稳定短路计算时间 t_{ke} 等于继电保护动作时间 t_{pop} 和相应断路器的全开断时间 t_{op} 之和，即

$$t_{ke} = t_{pop} + t_{op}$$

式中， t_{op} ——断路器全开断时间，为其固有分闸时间和燃弧时间之和，即

$$t_{op} = t_{gf} + t_h$$

当校验裸导线及 110kV 以下电缆短路热稳定时，一般采用主保护动作时间。若主保护有死区，则应采用能保护该死区的后备保护动作时间，并采用相应处的动作短路电流值。校验电器和 110kV 及以上充油电缆的热稳定时，一般采用后备保护动作时间，使计算可靠性提高。

(二) 电气设备选择的一般规定

导体和电器设备选择的设计，必须执行国家的有关技术经济政策，并应做到技术先进、经济合理、安全可靠、运行方便和适当的留有发展余地，以满足电力系统安全经济运行的需要。

1、一般原则

(1) 应满足正常运行、检修、短路和过电压情况下的要求，并考虑远景发展的需要；

(2) 应按当地环境条件校核；

- (3) 应力求技术先进和经济合理；
- (4) 选择导体时，应尽量减少品种；
- (5) 扩建工程应尽量使新老电器型号一致；
- (6) 选用的新产品均应具有可靠的试验数据，并经正式鉴定合格。

2、有关的几项规定

导体和电器应按正常情况选择，按短路条件验算，验算其动热稳定，并按环境条件校核电器的基本使用条件。

(1) 在正常条件运行下，各回路的持续工作电流应分别在各回路中计算。

(2) 验算导体和电器时，所用短路电流应根据系统短路电流计算结果选择使用。

(3) 验算导体和 110kV 以下电缆短路热稳定时，所用的计算时间，一般采用主保护的動作时间加相应的断路器全分闸时间。如主保护有死区时，则应采用能对该死区起作用的后备保护的動作时间，并采用相应处的短路电流值。

电器和 110kV 及以上充油电缆的短路电流计算时间，一般采用后备保护動作时间加相应的断路器全分闸时间。

(4) 验算断路器热稳定时，导体的最高允许温度一定要慎重选择。

(5) 验算短路动稳定时，硬导体的最大应力不应大于其最大允许应力，重要回路的硬导体应力计算，还应考虑共振的影响。

(三) 电气设备选择的技术条件和设计计算

1、断路器

断路器型式的选择，除需满足各项技术条件和环境条件外，还应考虑便于安装调试和运行维护，并经技术经济比较后才能确定。根据当前我国生产制造情况，电压 6 ~ 220kV 的电网一般选用少油断路器；电压 110 ~ 330kV 的电网，当少油断路器技术条件不能满足要求时，可选用六氟化硫或空气断路器；大容量机组采用封闭母线时，如果需要装设断路器，宜选用发电机专用断路器。

断路器选择的具体技术条件简述如下：

(1) 电压： U_{NS} （电网工作电压） $\leq U_N$

(2) 电流： I_{max} （最大持续工作电流） $\leq I_N$

由于高压开断电器没有连续过载的能力，在选择其额定电流时，应满足各

种可能运行方式下，回路持续工作电流的要求，即取最大持续工作电流 $I_{g, \max}$ 。

当断路器使用的环境温度高于设备最高允许环境温度，即高于 40°C （但不高于 60°C ）时，环境温度每增高 1°C ，建议减少额定电流 I_N 的 1.8%；当使用的环境温度低于 40°C 时，环境温度每降低 1°C ，建议增加额定电流的 0.5%，但其最大过负荷不得超过 $20\%I_N$ 。

$$(3) \text{ 开断电流: } I_{k, t} \leq I_{Nbr} \text{ (或 } I'' \leq I_{Nbr} \text{)}$$

式中 $I_{k, t}$ ——断路器实际开断时间 t 秒的短路电流周期分量；

I_{Nbr} ——断路器的额定开断电流；

断路器的实际开断时间 t ，为继电保护主保护动作时间与断路器固有分闸时间之和。

$$(4) \text{ 动稳定: } i_{ch} \leq i_{es}$$

式中 i_{es} ——断路器极限通过电流峰值；

i_{ch} ——三相短路电流冲击值。

$$(5) \text{ 热稳定: } I_t^2 t \geq I_{\infty}^2 t_{kz}$$

式中 t_{kz} ——短路电流发热等值时间（又称假想时间）；

I_t ——短路器 t 秒热稳定电流。

(6) 过电压：当断路器用于切、合架空输电线时，若 220kV 线路长度超过 200km，330kV 线路长度超过 250km，应校验其过电压倍数。

根据《电力设备过电压保护设计技术规程》规定：在中性点直接接地的电网中，操作 110~220kV 空载线路时，由于电感-电容回路震荡产生的最大操作过电压倍数一般不超过下列值：使用重燃次数较少的空气断路器，不超过 2.6；使用少油断路器，不超过 2.8；使用有中值或低值并联电阻的空气断路器，不超过 2.2。操作 330kV 空载线路时，产生的最大操作过电压倍数不应超过 2.0。

2、负荷开关和隔离开关

负荷开关型式的选择，其技术条件与断路器相同，并可酌情从简。

隔离开关型式的选择，应根据配电装置的布置特点和使用要求等因素，进行综合的技术经济比较，然后确定。其选择的技术条件与断路器选择的技术条件 (1)，(2)，(5)，(6) 相同，此处不在重述。

3、电压互感器

电压互感器的选择和配置应按下列条件：

(1) 型式：电压互感器的型式应根据使用条件选择。

6~20kV 屋内配电装置，一般采用油浸绝缘装置，也可采用树脂浇注绝缘结构的电压互感器。35~110kV 配电装置一般采用油浸绝缘结构的电压互感器。220kV 及以上配电装置，当容量和准确度等级满足要求时，一般采用电容式电压互感器。

在需要检查和监视一次回路单向接地时，应选用三相五柱式电压互感器或具有第三绕组的单向电压互感器组。

(2) 一次电压 U_{N1} ：为了确保电压互感器安全和在规定的准确度级下运行，电压互感器一次绕组所接电力网电压应在 $(1.1 \sim 0.9) U_{N1}$ 范围内变动，即满足下列条件：

$$1.1U_{N1} > U_{NS} > 0.9U_{N1}$$

(3) 二次电压：电压互感器二次侧额定线间电压为 100V，要和所接用的仪表或继电器相适应。

(4) 准确等级：电压互感器应在哪一准确等级下工作，需根据接入的测量仪表，继电器和自动装置等设备对准确等级的要求确定。常用的测量仪表的类型、用途和对准确等级的要求，规定如下：

用于发电机、变压器、调相机、厂用馈线、出线等回路中的电度表，供所有计算电费的电度表。其准确等级要求为 0.5 级。

供运行监视估算电能的电度表、功率表和电压继电器等，其准确等级要求一般为 1 级。

用于估计被测数值的表计，如电压表等，其准确等级要求较低，一般为 3 级即可。

在电压互感器二次回路，同一回路接有几种不同型式和用途的表计时，应按要求准确等级高的仪表，确定为电压互感器工作的最高准确度等级。

(5) 二次容量 S_2 ： $S_2 \leq S_{N2}$

S_{N2} 是对应于在测量仪表所要求的最高准确等级下，电压互感器的额定容量。

S_2 是二次容量，它与测量仪表的类型、数量和接入电压互感器的接线方式有关，因此，在计算 S_2 时，首先应确定所有测量仪表和继电器接入电压互感器

的接线图。

由于电压互感器的三相负荷经常是不平衡的，所以通常用最大一相的负荷和电压互感器一相的额定容量相比较。

4、电流互感器

电流互感器的选择和配置应按下列条件：

(1) 型式：电流互感器的型式应根据使用环境条件和产品情况选择。对于 6~20kV 屋内配电装置，可采用瓷绝缘结构或树脂浇注绝缘结构的电流互感器。对于 35kV 及以上配电装置，一般采用油浸瓷箱式绝缘结构的独立式电流互感器。有条件时，应尽量采用套管式电流互感器。

(2) 一次回路电压： $U_{NS} \leq U_{N1}$

U_{NS} 为电流互感器安装处一次回路工作电压， U_{N1} 为电流互感器额定电压。

(3) 一次回路电流： $I_{max} \leq I_{N1}$

I_{max} 为电流互感器安装处的一次回路最大工作电流， I_{N1} 为电流互感器原边额定电流。当电流互感器使用地点环境温度不等于 40℃ 时，应对 I_{N1} 进行修正。修正的方法与断路器的修正方法相同。

(4) 准确等级：电流互感器准确等级的确定与电压互感器相同，需先知道电流互感器二次回路所接测量仪表的类型及对准确等级的要求，并按准确等级要求最高的表计来选择。

(5) 二次负荷 S_{21} ： $S_{21} \leq S_{N2}$

由于电流互感器二次额定电流 I_{N2} 已标准化（5A 或 1A），电流互感器额定容量 S_{N2} ，制造厂也常用额定负荷阻抗（ Z_{N2} ）的形式给出并以欧姆值表示。即

$$S_{N2} = I_{N2}^2 Z_{N2}$$

同样
$$S_{21} = I_{N2}^2 Z_{21}$$

所以电流互感器的二次负荷，也只要决定于外接阻抗 Z_{21} ，若不计负荷电抗值时，则：

$$Z_{21} \approx R_{w1} + R_{tou} + R_m + R_r$$

式中 R_m ， R_r ——接入电路的仪表串联线圈的总电阻；

R_{w1} ——连接导线的电阻；

R_{tou} ——接触电阻，一般取 0.1Ω。

$$(6) \text{ 动稳定: } i_{ch} \leq \sqrt{2} K_{mo} I_{N1}$$

式中 K_{mo} 为电流互感器动稳定倍数。

$$(7) \text{ 热稳定: } I_{\infty}^2 t_{ke} \leq (K_h I_{N1})^2$$

式中 K_h 为电流互感器的热稳定倍数, t_{ke} 为电流互感器的热效应等值计算时间。

5、母线

母线选择的主要内容包括母线型式（母线材料、截面形状、布置方式）的选择、母线截面积的选择，并对母线进行热稳定和动稳定校验。对于110kV以上的母线应校验是否发生电晕，对重要的和大电流的母线，应校验其共振频率。

(1) 型式的选择：在中小型发电厂中，屋内装置通常单片矩形铝母线，并主要根据三相水平或竖直排列的需要选择布置方式。35~110kV屋外装置一般采用钢芯铝绞线。

(2) 母线截面积的选择：母线截面积的选择有两种方法，一是按最大长期工作电流选择，二是按经济电流密度选择。发电厂的主母线和引下线以及持续电流较小，年利用小时数较低的其他回路的导线，一般按最大长期工作电流选择截面；而发电机出口母线，以及年平均负荷较大，长度在20m以上的导线，则应按经济电流密度选择截面。

1) 按最大长期工作电流选择。为保证母线正常工作时的温度不超过允许值，因此，通过母线的最大长期工作电流 $I_{g\cdot\max}$ 不应大于母线长期允许电流 I_y ，即

$$kI_y \geq I_{g\cdot\max}$$

式中 I_y 一对应于规定的环境温度及放置方式的母线允许电流；

K —综合修正系数，与环境温度和导体连接方式等有关。

主母线各段的工作电流是不同的，要根据接线图计算。但为了安装与维修方便，通常按各种运行方式下有可能流过的最大电流的那段来选择，将母线全长都选择成同一截面。

对于户外钢芯铝绞线，由于风速、日照和海拔高度的影响，长期发热允许温度可按不超过+80°C考虑，当导体接触面处有镀锡的可靠覆盖层时，长期发热

允许温度可提高 $+85^{\circ}\text{C}$ ，母线的额定载流量也相应提高。此时的综合修正系数 K 可直接查表6-4。

表 6-4 裸导体在不同海拔高度及环境温度时综合修正系数

长期发热允许温度 ($^{\circ}\text{C}$)	适用范围	海拔高度 (m)	实际环境温度 ϑ_0 ($^{\circ}\text{C}$)						
			+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
+70	户内矩形导体及不计日照的户外软导体		1.05	1.00	0.94	0.88	0.81	0.74	0.67
+80	计日照的户外软导体	1000 及以下	1.05	1.00	0.95	0.89	0.83	0.76	0.69
		2000	1.01	0.96	0.91	0.85	0.79		
		3000	0.97	0.92	0.87	0.81	0.75		
		4000	0.93	0.89	0.84	0.77	0.71		

2) 按经济电流密度选择。当正常工作电流通过母线时，在母线中将引起电能损耗。母线截面积越大，电能损耗越小，但初投资费、年维护费和折旧费会因此增加。从降低电能损耗的角度看，母线截面积越大越好，但从降低投资、折旧费等看，则希望截面越小越好，因此在选择母线截面时要综合考虑各种因素的影响。

综合这些因素，使年综合费用最小时所对应的母线截面称为母线的经济截面 S_{ec} ，对应于经济截面的电流密度，称为经济电流密度，用 J_{ec} 表示。为了按经济条件选择母线或导线截面，我国规定了母线和裸导体的经济电流密度值，见表所示。

表 6-5 经济电流密度 (A/mm^2)

导线材料	最大负荷利用小时数 (h)			导线材料	最大负荷利用小时数 (h)		
	3000 以下	3000-5000	5000 以上		3000 以下	3000-5000	5000 以上
铝母线和裸导体	1.65	1.15	0.9	铝芯电缆	1.92	1.73	1.54
铜母线和裸导体	3.0	2.25	1.75	铜芯电缆	2.5	2.25	2.0

按经济电流密度选择母线截面，方法如下。

根据确定的母线材料和最大负荷年利用小时 T_{\max} ，由表 6-5 查出经济电流密

度 J_{ec} ；

计算经济截面 S_{ec} ，即 $S_{ec} = \frac{I_{g \cdot \max}}{J_{ec}}$ ，式中 S_{ec} —经济截面； $I_{g \cdot \max}$ —正常工作情况下的电路中的最大持续工作电流； J_{ec} —经济电流密度，可按最大负荷利用小时数 T_{\max} 查上表即得。

计算 S_{ec} 之后，按此选择母线标准截面 S ，使其尽量接近经济截面 S_{ec} 。若无合适的标准截面，允许略小于 S_{ec} ，但要同时满足公式 $kI_y \geq I_{g \cdot \max}$ 的要求。

(4) 母线热稳定校验：按正常电流及经济电流密度选出母线截面后，还应进行热稳定校验。进行母线热稳定校验之前，应先计算短路前母线通过最大持续工作电流 $I_{g \cdot \max}$ 的稳定温度 θ_g 。

按热稳定要求的导体最小截面为 $S_{\min} = \frac{I_{\infty}}{C} \sqrt{t_{kz} K_s}$ 。式中 I_{∞} —短路电流的稳态值； K_s —集肤效应系数，对于截面在 100mm^2 以下的矩形母线， $K_s = 1$ ； t_{kz} —热稳定计算时间； C —母线材料的热稳定系数。

热稳定系数反映每单位截面积的导体承载短路电流热效应值的能力，其值决定于导体种类及正常最高工作温度，而与导体的尺寸无关。热稳定系数 C 如下表所示。

表 6-6 母线的热稳定系数 C 值

导体材料及短时 发热允许温度 θ_s ($^{\circ}\text{C}$)		短路前稳定温度 θ_g ($^{\circ}\text{C}$)										
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
铝	200	99	97	95	93	91	89	87	85	83	81	79
铜	300	186	183	181	179	176	174	171	169	166	164	161

(5) 母线动稳定校验：发电厂中各种截面形状的硬母线均被安装在支柱绝缘子上，当母线通过冲击短路电流时，作用在母线上的电动力可能使其弯曲，严重时可能使母线结构损坏，因此必须进行母线动稳定校验。

母线通常每隔一定距离由绝缘瓷瓶自由支撑着。因此当母线受电动力作用时，可以将母线看成一个多跨距载荷均匀分布的梁，当跨距段在两段以上时，其

最大弯曲力矩 M 为 $M = \frac{F_{\max} l}{10}$ 。

若只有两段跨距时，则 $M = \frac{F_{\max} l}{8}$ 。式中 l —母线的跨距； F_{\max} —一个跨距长度母线所受的电动力。

母线材料在弯曲时最大相间计算应力 $\sigma_{\max} = \frac{M}{W}$ 。式中 W —母线对垂直于作用力方向轴的截面系数，也称抗弯矩 (m^3)，其值与母线截面形状及布置方式有关系，见下表所示。

表 6-7 母线的截面系数

导体布置方式			截面系数 W
A相	B相	C相	
			$bh^2/6$
			$b^2h/6$
			$0.333bh^2$
			$1.44b^2h$
			$0.56h^2$
			$3.3b^2h$

短路时为保证母线不变形或不损坏，装在支柱绝缘子上的硬母线的最大允许应力 σ_y 应不小于短路时母线中所产生的最大应力 σ_{\max} ，否则将产生变形或损坏，即

$\sigma_y \geq \sigma_{\max}$ 。式中 σ_y —硬母线最大允许应力（硬铝为 $69Mpa$ 、硬铜为 $137Mpa$ 、钢为 $157Mpa$ ）； σ_{\max} —短路时母线中的最大应力。

当矩形母线水平放置时，为了避免母线因自身重量而过分弯曲，要求所选用的绝缘子跨距一般不超过 $1.5m \sim 2m$ 。考虑到绝缘子支座及引下线安装方便，常取绝缘子跨距等于配电装置间隔的宽度。

对于户外软导线可不进行机械强度方面的校验。

附录一

水轮发电机运算曲线数字表

一、水轮发电机运算曲线数字表 ($X_{js}=0.18\sim 0.95$)

$X_{js} \backslash t (s)$	0	0.01	0.06	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	1	2	4
0.18	6.127	5.695	4.623	4.331	4.100	3.933	3.867	3.807	3.605	3.300	3.081
0.20	5.526	5.184	4.297	4.045	3.856	3.754	3.716	3.681	3.563	3.378	3.234
0.22	5.055	4.767	4.026	3.806	3.633	3.556	3.531	3.508	3.430	3.302	3.191
0.24	4.647	4.402	3.764	3.575	3.433	3.378	3.363	3.348	3.300	3.220	3.151
0.26	4.290	4.083	3.538	3.375	3.253	3.216	3.208	3.200	3.174	3.133	3.098
0.28	3.993	3.816	3.343	3.200	3.096	3.073	3.070	3.067	3.060	3.049	3.043
0.30	3.727	3.574	3.163	3.039	2.950	2.938	2.941	2.943	2.952	2.970	2.993
0.32	3.494	3.360	3.001	2.892	2.817	2.815	2.822	2.828	2.851	2.895	2.943
0.34	3.285	3.168	2.851	2.755	2.692	2.699	2.709	2.719	2.754	2.820	2.891
0.36	3.095	2.991	2.712	2.627	2.574	2.589	2.602	2.614	2.660	2.745	2.837
0.38	2.922	2.831	2.583	2.508	2.464	2.484	2.500	2.515	2.569	2.671	2.782
0.40	2.767	2.685	2.464	2.398	2.361	2.388	2.405	2.422	2.484	2.600	2.728
0.42	2.627	2.554	2.356	2.297	2.267	2.297	2.317	2.336	2.404	2.532	2.675
0.44	2.500	2.434	2.256	2.204	2.179	2.214	2.235	2.255	2.329	2.467	2.624
0.46	2.385	2.325	2.164	2.117	2.098	2.136	2.158	2.180	2.258	2.406	2.575
0.48	2.280	2.225	2.079	2.038	2.023	2.064	2.087	2.110	2.192	2.348	2.527
0.50	2.183	2.134	2.001	1.964	1.953	1.996	2.021	2.044	2.130	2.293	2.482
0.52	2.095	2.050	1.928	1.895	1.887	1.933	1.958	1.983	2.071	2.241	2.438
0.54	2.013	1.972	1.861	1.831	1.826	1.874	1.900	1.925	2.015	2.191	2.396
0.56	1.938	1.899	1.798	1.771	1.769	1.818	1.845	1.870	1.963	2.143	2.355
0.60	1.802	1.770	1.683	1.662	1.665	1.717	1.744	1.770	1.866	2.054	2.263
0.65	1.658	1.630	1.559	1.543	1.550	1.605	1.633	1.660	1.759	1.950	2.137
0.70	1.534	1.511	1.452	1.440	1.451	1.507	1.535	1.562	1.663	1.846	1.964
0.75	1.428	1.408	1.358	1.349	1.363	1.420	1.449	1.476	1.578	1.741	1.794
0.80	1.336	1.318	1.276	1.270	1.286	1.343	1.372	1.400	1.498	1.620	1.642
0.85	1.254	1.239	1.203	1.199	1.217	1.274	1.303	1.331	1.423	1.507	1.513
0.90	1.182	1.169	1.138	1.135	1.155	1.212	1.241	1.268	1.352	1.403	1.403
0.95	1.118	1.106	1.080	1.078	1.099	1.156	1.185	1.210	1.282	1.308	1.308

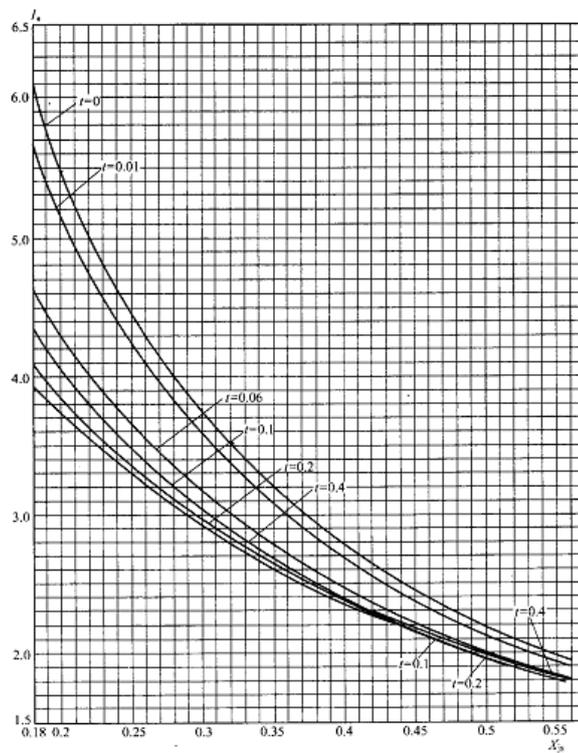
续表

二、水轮发电机运算曲线数字表 ($X_{js}=1.00\sim 3.45$)

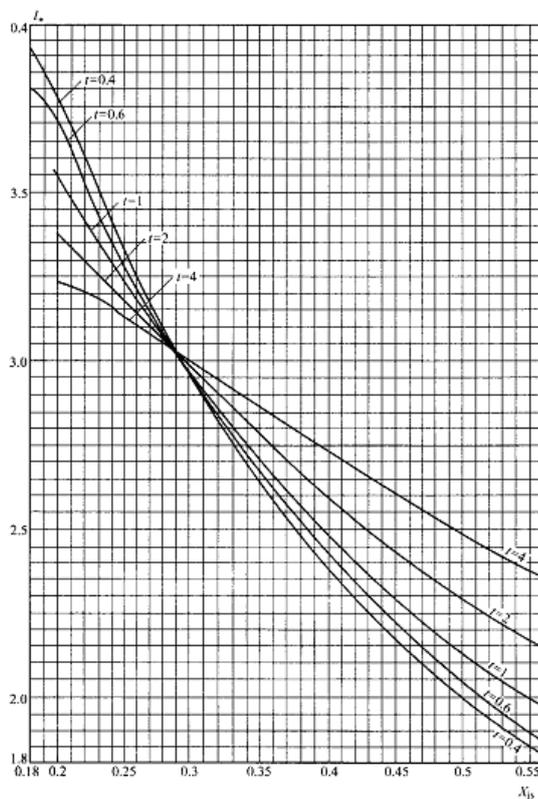
$X_{js} \backslash t$ (s)	0	0.01	0.06	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	1	2	4
1.00	1.061	1.050	1.027	1.027	1.048	1.105	1.132	1.156	1.211	1.225	1.225
1.05	1.009	0.999	0.979	0.980	1.002	1.058	1.084	1.105	1.146	1.152	1.152
1.10	0.962	0.953	0.936	0.937	0.959	1.015	1.038	1.057	1.085	1.087	1.087
1.15	0.919	0.911	0.896	0.898	0.920	0.974	0.995	1.011	1.029	1.029	1.029
1.20	0.880	0.872	0.859	0.862	0.885	0.936	0.955	0.966	0.977	0.977	0.977
1.25	0.843	0.837	0.825	0.829	0.852	0.900	0.916	0.923	0.930	0.930	0.930
1.30	0.810	0.804	0.794	0.798	0.821	0.866	0.878	0.884	0.888	0.888	0.888
1.35	0.780	0.774	0.765	0.769	0.792	0.834	0.843	0.847	0.849	0.849	0.849
1.40	0.751	0.746	0.738	0.743	0.766	0.803	0.810	0.812	0.813	0.813	0.813
1.45	0.725	0.720	0.713	0.718	0.740	0.774	0.778	0.780	0.780	0.780	0.780
1.50	0.700	0.696	0.690	0.695	0.717	0.746	0.749	0.750	0.750	0.750	0.750
1.55	0.677	0.673	0.668	0.673	0.694	0.719	0.722	0.722	0.722	0.722	0.722
1.60	0.655	0.652	0.647	0.652	0.673	0.694	0.696	0.696	0.696	0.696	0.696
1.65	0.635	0.632	0.628	0.633	0.653	0.671	0.672	0.672	0.672	0.672	0.672
1.70	0.616	0.613	0.610	0.615	0.634	0.649	0.649	0.649	0.649	0.649	0.649
1.75	0.598	0.595	0.592	0.598	0.616	0.628	0.628	0.628	0.628	0.628	0.628
1.80	0.581	0.578	0.576	0.582	0.599	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608	0.608
1.85	0.565	0.563	0.561	0.566	0.582	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590	0.590
1.90	0.550	0.548	0.546	0.552	0.566	0.572	0.572	0.572	0.572	0.572	0.572
1.95	0.536	0.533	0.532	0.538	0.551	0.556	0.556	0.556	0.556	0.556	0.556
2.00	0.522	0.520	0.519	0.524	0.537	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
2.50	0.509	0.507	0.507	0.512	0.523	0.525	0.525	0.525	0.525	0.525	0.525
2.10	0.497	0.495	0.495	0.500	0.510	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512	0.512
2.15	0.485	0.483	0.483	0.488	0.497	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498
2.20	0.474	0.472	0.472	0.477	0.485	0.486	0.486	0.486	0.486	0.486	0.486
2.25	0.463	0.462	0.462	0.466	0.473	0.474	0.474	0.474	0.474	0.474	0.474
2.30	0.453	0.452	0.452	0.456	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462	0.462
2.35	0.443	0.442	0.442	0.446	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452	0.452
2.40	0.434	0.433	0.433	0.436	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441
2.45	0.425	0.424	0.424	0.427	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431	0.431
2.50	0.416	0.415	0.415	0.419	0.422	0.422	0.422	0.422	0.422	0.422	0.422
2.55	0.408	0.407	0.407	0.410	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413	0.413
2.60	0.400	0.399	0.399	0.402	0.404	0.404	0.404	0.404	0.404	0.404	0.404
2.65	0.392	0.391	0.392	0.394	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396	0.396
2.70	0.385	0.384	0.384	0.387	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388	0.388
2.75	0.378	0.377	0.377	0.379	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380	0.380
2.80	0.371	0.370	0.370	0.372	0.373	0.373	0.373	0.373	0.373	0.373	0.373
2.85	0.364	0.363	0.364	0.365	0.366	0.366	0.366	0.366	0.366	0.366	0.366
2.90	0.358	0.357	0.357	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359	0.359
2.95	0.351	0.351	0.351	0.352	0.353	0.353	0.353	0.353	0.353	0.353	0.353
3.00	0.345	0.345	0.345	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346	0.346
3.05	0.339	0.339	0.339	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340	0.340
3.10	0.334	0.333	0.333	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334	0.334
3.15	0.328	0.328	0.328	0.329	0.329	0.329	0.329	0.329	0.329	0.329	0.329
3.20	0.323	0.322	0.322	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323	0.323
3.25	0.317	0.317	0.317	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318	0.318
3.30	0.312	0.312	0.312	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313	0.313
3.35	0.307	0.307	0.307	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308
3.40	0.303	0.302	0.302	0.303	0.303	0.303	0.303	0.303	0.303	0.303	0.303
3.45	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298	0.298

附录二

水轮发电机运算曲线

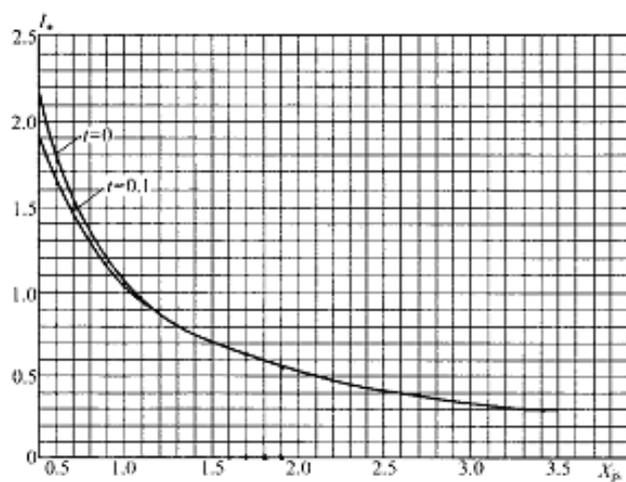


水轮发电机运算曲线 [一] ($X_p = 0.18 \sim 0.56$)

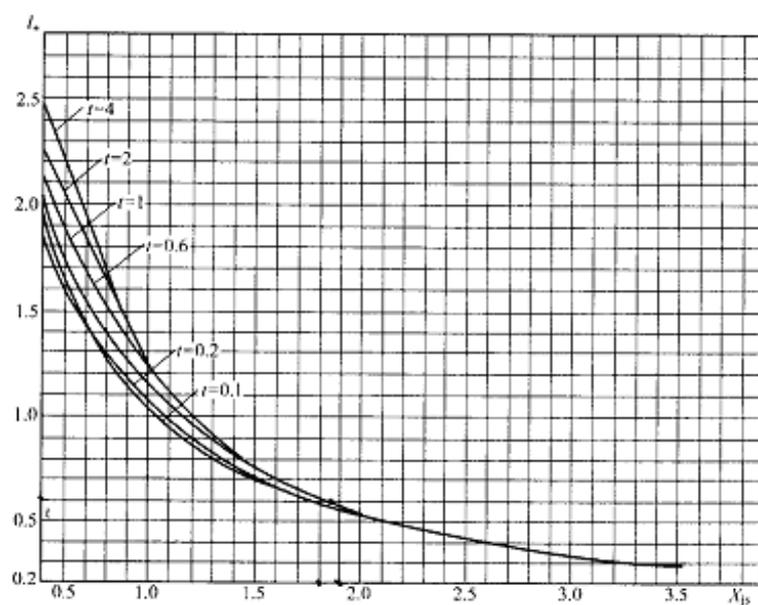


水轮发电机运算曲线 [二] ($X_p = 0.18 \sim 0.56$)

续表



水轮发电机运算曲线 [三] ($X_p = 0.50 \sim 3.50$)



水轮发电机运算曲线 [四] ($X_p = 0.50 \sim 3.50$)

附录三

母线和电力电缆技术数据

矩形导体长期允许载流量(A)和集肤效应系数 K_s

导体尺寸 $h \times b$ (mm×mm)	单 条			双 条			三 条			四 条		
	平 放	竖 放	K_s									
25×4	292	308										
25×5	332	350										
40×4	456	480		631	665	1.01						
40×5	515	543		719	756	1.02						
50×4	565	594		779	820	1.01						
50×5	637	671		884	930	1.03						
63×6.3	872	949	1.02	1211	1319	1.07						
63×8	995	1082	1.03	1511	1644	1.1	1908	2075	1.2			
63×10	1129	1227	1.04	1800	1954	1.14	2107	2290	1.26			
80×6.3	1100	1193	1.03	1517	1649	1.18						
80×8	1249	1358	1.04	1858	2020	1.27	2355	2560	1.44			
80×10	1411	1535	1.05	2185	2375	1.3	2806	3050	1.6			
100×6.3	1363	1481	1.04	1840	2000	1.26						
100×8	1547	1682	1.05	2259	2455	1.3	2778	3020	1.5			
100×10	1663	1807	1.08	2613	2840	1.42	3284	3570	1.7	3819	4180	2.0
125×6.3	1693	1840	1.05	2276	2474	1.28						
125×8	1920	2087	1.08	2670	2900	1.4	3206	3485	1.6			
125×10	2063	2242	1.12	3152	3426	1.45	3903	4243	1.8	4560	4960	2.2

注 载流量系按最高允许温度+70℃,基准环境温度+25℃、无风、无日照计算的。

LGJ 型钢芯铝绞线的允许电流 ($\theta_y=70^\circ$ $\theta_N=C, 25^\circ C$) 以及单位长度有效电阻电抗

绞线型号	LGJ-16	LGJ-25	LGJ-35	LGJ-50	LGJ-70	LGJ-95	LGJ-120	LGJ-150	LGJ-185	LGJ-240	LGJ-300
长期允许 电流(A)	105	135	170	220	275	335	380	445	515	610	700
有效电阻 R_0 (Ω /km)	2.04	1.38	0.95	0.65	0.46	0.33	0.27	0.21	0.17	0.138	0.107
单位长质量 (kg/km)	62	92	150	196	275	404	492	617	771	997	1257
计算直径 (mm)	5.4	6.6	8.4	9.6	11.4	13.7	15.2	17	19	21.6	24.2
几何均距 (mm)	单位长度感抗 (Ω /km)										
1000	0.387	0.374	0.359	0.351	0.340	0.328	0.322	0.315	0.308	0.300	0.293
1250	0.401	0.388	0.373	0.365	0.354	0.342	0.336	0.329	0.322	0.314	0.307
1500	0.412	0.400	0.385	0.376	0.365	0.354	0.347	0.340	0.333	0.326	0.318
2000	0.430	0.418	0.403	0.394	0.383	0.372	0.365	0.358	0.351	0.344	0.336
2500	0.444	0.432	0.417	0.408	0.397	0.386	0.379	0.372	0.365	0.357	0.350
3000	0.456	0.443	0.428	0.420	0.409	0.398	0.391	0.384	0.377	0.369	0.362
3500	0.466	0.453	0.438	0.429	0.418	0.406	0.400	0.394	0.386	0.378	0.371
4000	0.473	0.461	0.446	0.438	0.427	0.416	0.409	0.403	0.395	0.388	0.380
4500	0.481	0.468	0.454	0.445	0.434	0.423	0.416	0.410	0.402	0.395	0.387

附录四

常用高压隔离开关技术数据

型 号	额定电压 (kV)	额定电流 (A)	极限通过电流 (kA)		5s 热稳定电流 (kA)	操动机构型号
			峰值	有效值		
GN ₂ -10/2000	10	2000	85	50	36 (10s)	CS ₆ -2
GN ₂ -10/3000	10	3000	100	60	50 (10s)	CS ₇
GN ₂ -20/400	20	400	50	30	10 (10s)	CS ₆ -2
GN ₂ -35/400	35	400	50	30	10 (10s)	CS ₆ -2
GN ₂ -35/600	35	600	50	30	14 (10s)	CS ₆ -2
GN ₂ -35T/400	35	400	52	30	14	CS-2T
GN ₂ -35T/600	35	600	64	37	25	CS ₆ -2T
GN ₂ -35T/1000	35	1000	70	49	27.5	CS ₆ -2T
GN ₆ -6T/200, GN ₈ -6/200	6	200	25.5	14.7	10	CS ₆ -1T
GN ₆ -6T/400, GN ₈ -6/400	6	400	52	30	14	
GN ₆ -6T/600, GN ₈ -6/600	6	600	52	30	20	
GN ₆ -10T/200, GN ₈ -10/200	10	200	25.5	14.7	10	
GN ₆ -10T/400, GN ₈ -10/400	10	400	52	30	14	
GN ₆ -10T/600, GN ₈ -10/600	10	600	52	30	20	
GN ₆ -10T/1000, GN ₈ -10/1000	10	1000	75	43	30	
GN ₁₀ -10T/3000	10	3000	160	90	75	CS ₅ 或 CJ ₂
GN ₁₀ -10T/4000	10	4000	160	90	80	CS ₅ 或 CJ ₂
GN ₁₀ -10T/5000	10	5000	200	110	100	CJ ₂
GN ₁₀ -10T/6000	10	6000	200	110	105	CJ ₂₆
GN ₁₀ -20/8000	20	8000	250	145	80	CJ ₂
GW ₄ -35/1250	35	1250	50		20 (4s)	CS11G CS14G
GW ₄ -35/2000	35	2000	80		31.5 (4s)	
GW ₄ -35/2500	35	2500	100		40 (4s)	
GW ₄ -110/1250	110	1250	50		20 (4s)	
GW ₄ -110G/1250	110	1250	80		31.5 (4s)	
GW ₄ -110/2000	110	2000	80		31.5 (4s)	
GW ₄ -110/2500	110	2500	100		40 (4s)	
GW ₄ -220/1250	220	1250	80		31.5 (4s)	
GW ₄ -220/2000	220	2000	100		40 (4s)	
GW ₄ -220/2500	220	2500	125		50 (4s)	
W ₅ -35/630, GW ₅ -35/630D	35	630	50, 80		20, 31.5 (4s)	CS17
GW ₅ -35/1250	35	1250	50, 80		20, 31.5 (4s)	
GW ₅ -35/1600	35	1600	50, 80		20, 31.5 (4s)	
GW ₅ -110/630, GW ₅ -110/630D	110	630	50, 80		20, 31.5 (4s)	
GW ₅ -110/1250	110	1250	50, 80		20, 31.5 (4s)	
GW ₅ -110/1600	110	1600	50, 80		20, 31.5 (4s)	

附录五

常用高压断路器技术数据

型 号	额定电压 (kV)	额定电流 (A)	额定断路电流 (kA)	额定断路容量 (MVA)	极限通过电流 (kA)		热稳定电流 (kA): 热稳定时间 (s)	固有分闸时间 (s)	合闸时间 (s)	操动机构型号
					峰值	有效值				
少油高压断路器										
SN10-10 I	10	600	20.2	350	52	30	20.2 : 4	0.05	0.2	CD10, CS2 CT8
SN10-10 II	10	1000	28.9	500	74	42	28.9 : 4	0.05	0.2	
SN10-10 III	10	1250	40	690	125		40 : 4	0.07	0.15	CD10 III
	10	4000	40	690	125		40 : 4	0.07	0.15	
SN10G/5000	10	5000	105	1800	300	173	105 : 5	0.15	0.65	
SN10-35	35	1000	16	1000	40		16 : 5	0.06	0.25	
SW2-35 I, II	35	1000	24.8	1500	63.4	39.2	24.8 : 4	0.06	0.4	CD3-XG
SW3-110G	110	1200	15.8	3000	41		15.8 : 4	0.07	0.4	CD5-XG
SW6-110	110	1200	21	4000	55	32	21 : 4	0.04	0.2	CY3
多油高压断路器										
DN3-10	10	400	11.6	200	37	14.2	13 : 5	0.08	0.15	CD10
	35	400	6.6	400	19	11	6.6 : 5	0.1	0.27	CD2
DW6-35	35	600	16.5	1000	41	29	16.5 : 4	0.07	0.3	CD11-X
DW8-35	35	800	16.5	1000	41	29	16.5 : 4	0.07	0.3	CD11-X
	35	1000	16.5	1000	41	29	16.5 : 4	0.07	0.3	CD11-X
真空高压断路器										
ZN-10	10	600	8.7	150	22	12.7	8.7 : 4	0.05	0.2	CD25
		1000	17.3	390	44	25.4	17.3 : 4	0.05	0.2	CD35
		1250	31.5		80		31 : 2	0.06	0.1	CT
ZNG-10	10	630	12.5	216				0.05	0.2	CD40
		1250	20	350				0.05	0.2	CD40
ZN3-10	10	600	8.7	150	22	12.7	8.7 : 4	0.05	0.2	
		1000	17.3	300	44	25.4	17.3 : 4	0.05	0.2	
ZN4-10	10	600	8.7	150	22	12.7	8.7 : 4	0.05	0.2	
		1250	20		50		20 : 4	0.05	0.2	CD
ZN5-10	10	630	20		50		20 : 2	0.05	0.1	CD
		1000	20		50		20 : 2	0.05	0.1	CD
		1250	25		63		25 : 2	0.05	0.1	CD
ZN-35	35	630	8	135	20		8 : 2	0.06	0.2	
ZW-10/400	10	400	6.3		15.8		6.3 : 4			
六氟化硫高压断路器										
LN2-10	10	1250	25		63		25 : 4	0.06	0.15	CT12-I
LN2-35	35	1250	16		40		16 : 4	0.06	0.15	CT12-I
LW7-35	35	1600	25		63		25 : 4	0.06	0.1	CT14I

附录六

高压电流互感器的技术数据

型号	额定电流比 (A/A)	级次 组合	准 确 度	二次负载值 (Ω)				10%倍数		1s 热稳 定倍 数	动稳 定倍 数	备 注
				0.5 级	1 级	3 级	B	二次 负载 (Ω)	倍数			
LA-10	5、10、15、20、30、40、50、75、 100、150、200、300、400、 500、600、750、1000/5								10 10 10	90 75 50	160 135 90	
LFZ1-10	5~200/5 300~400/5	0.5/1 0.5/3	0.5 1		0.4			0.4 0.6	2.5~10 2.5~10	90 75	160 130	
LFX-10	5~400/5	1/3	3							60		
LFX-10	5~200/5 300、400/5 500、600、750、1000/5					0.6				90 75 50	225 160 90	
LFZB6-10 LFZJB6-10 LFSQ-10	5~300/5 100~300/5 5~200/5 400~1500/5			0.4 0.4 0.4 0.8			0.6 0.6 0.6 1.2			150~80 80 150 42	103 103 230 60	1. 型号中 L— 电流互感器；F— 多匝；D—单匝； M—母线式；C— 瓷绝缘；Z—支柱 式，第三字的； Z—浇注式；J— 加强型；Q—线 圈式；B—具有保 护级；S—塑料浇 注；W—户外式。 2. LFS、LFX、 LZZB6、LZZQB6、 LFSQ、LDJ 等型 均可装于开关柜 中。 3. LB6—35 型 为全密封式户外 型电流互感器。
LFZJ	5~150/5 200~800/5 1000~3000/5			0.4 0.6 0.8			0.6 0.8 1		10 10 10	106 40 20	180 70 35	
LZZB6-10 LZZJB6-10	5~300/5 100~300/5 400~800/5 1000、1200、1500/5		0.5/B	0.4 0.4 0.4 0.4			0.6 0.6 0.6 0.6		15 15 15 15	150~80 150~80 55 27	103 103 70 35	
LZZQB6-10	100~300/5 400~800/5 1000~1500/5			0.6 0.8 1.2			0.8 1.2 1.6		15 15 15	148 55 40	188 70 50	
LDZB6-10 LDJ-10	400~1500/5 5~150/5 200~3000/5			0.8 0.4 0.4			1.2 0.6 0.6		15 106 100~13	28 188 23	52 188 23	
LMZB6-10 LMZB1-10	1500~4000/5 150~1250/5			2 0.4			2 0.8		15 35			
LQJ-10 LQZQ-10 LB6-35	5~400/5 50、100/5 5~300/5 400~2000/5	0.5/3 1 0.5/B ₁ B ₂		0.4 1.6 1.6	0.2	1.2	B ₁ B ₂ 1.6 1.6	B ₂ 1.2 1.2	6 480 20 20	75 100 100 20	100 1400 180 36	
LCW-35 LCWD-35 LCW-60 LCWD-60 LCW-110 LCWD-110	15~1000/5 15~1000/5 20~600/5 20~600/5 50~600/5 50~600/5	0.5/3 0.5/D 0.5/1 1/D 0.5/1 1/D		2 1.2 1.2 1.2 1.2 1.2	4 3 1.2 1.2	2 3	4	0.8 1.2 0.8 1.2 0.8	28 35 15 30 15 30	65 65 75 75 75 75	100 150 150 150 150 150	

附录七

高压电压互感器技术数据

型 号	额定电压(kV)			二次额定容量(VA)			最大容 量(VA)	质量 (kg)	备 注
	一次 绕组	二次 绕组	剩余电 压绕组	0.5级	1级	3级			
JDG6-0.38	0.38	0.1		15	25	60	100		型号中第一字母J— 电压互感器;第二个字母 D—单相,S—三相, C—串级式;第三个字母 G—干式,Z—环氧树 脂浇注绝缘,J—油浸, C—瓷绝缘;第四个数字 1,2,6为设计序号,字母X (J)—带有剩余电压绕 组用以接地监察,W— 为五柱式电压互感器, GY—用于高原地区, TH—用于湿热地区
JDZ6-3	3	0.1		25	40	100	200		
JDG6-6	6	0.1		50	80	200	400		
JDZ6-10	10	0.1		50	80	200	400		
JDG6-35	35	0.1		150	250	500	1000		
JDZ6-3	$3/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3	25	40	100	200		
JDG6-6	$6/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3	50	80	200	400		
JDZ6-10	$10/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3	50	80	200	400		
JDZ6-35	$35/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3	150	250	500	1000		
JDJ-3	3	0.1		30	50	120	240	23	
JDJ-6	6	0.1		50	80	200	400	23	
JDJ-10	10	0.1		80	150	320	640	36.2	
JDJ-13.8	13.8	0.1		80	150	320	640	95	
JDJ-15	15	0.1		80	150	320	640	95	
JDJ-35	35	0.1		150	250	600	1200	248	
JSJB-3	3	0.1		50	80	200	400	48	
JSJB-6	6	0.1		80	150	320	640	48	
JSJB-10	10	0.1		120	200	480	960	105	
JSJW-3	$3/\sqrt{3}$	0.1		50	80	200	400	115	
JSJW-6	$6/\sqrt{3}$	0.1	0.1/3	80	150	320	640	115	
JSJW-10	$10/\sqrt{3}$	0.1	0.1/3	120	200	480	960	190	
JSJW-13.8	$13.8/\sqrt{3}$	0.1	0.1/3	120	200	480	960	250	
JSJW-15	$15/\sqrt{3}$	0.1	0.1/3	120	200	480	960	250	
JDJJ1-35	$35/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3		250	600	1000	120	
JCC-60	$60/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3		500	1000	2000	350	
JCC1-110	$110/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3		500	1000	2000	530	
JCC1-110	$110/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3	150	500	1000	2000	600	
JCC2-110	$110/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3		500	1000	2000	350	
JCC2-220	$220/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3		500	1000	1000	750	
JCC1-220	$220/\sqrt{3}$	$0.1/\sqrt{3}$	0.1/3		500	1000	2000	1120	