课 程 设 计 用 纸

教师批阅

第一章 原始资料分析

1.1 目的与意义

变电站电气一次部分直接关系到变电站投资的大小、运行的灵活性、经济性及供电的可靠性，变电站电气一次部分设计是变电站设计最主要的设计工作之一。同时，变电站电气一次部分设计综合了电气工程专业众多的专业课基础课。因此，变电站电气一次部分设计可以锻炼学生综合运用所学知识提出问题、解决问题的能力。

变电站电气一次部分设计的目的在于使学生通过此次毕业设计，在如下几个方面得到充分训练。

(1) 结合毕业设计任务，加深对所学知识内在联系的理解，并能灵活地加以综合运用。

(2)根据所学知识及毕业设计任务，学会提出问题、解决问题，最终将所学知识转化为能力。

(3) 通过毕业设计实践，熟悉工程设计的全过程，掌握工程设计的思想、方法、手段，树立必要的工程概念，培养一丝不苟的求实态度。

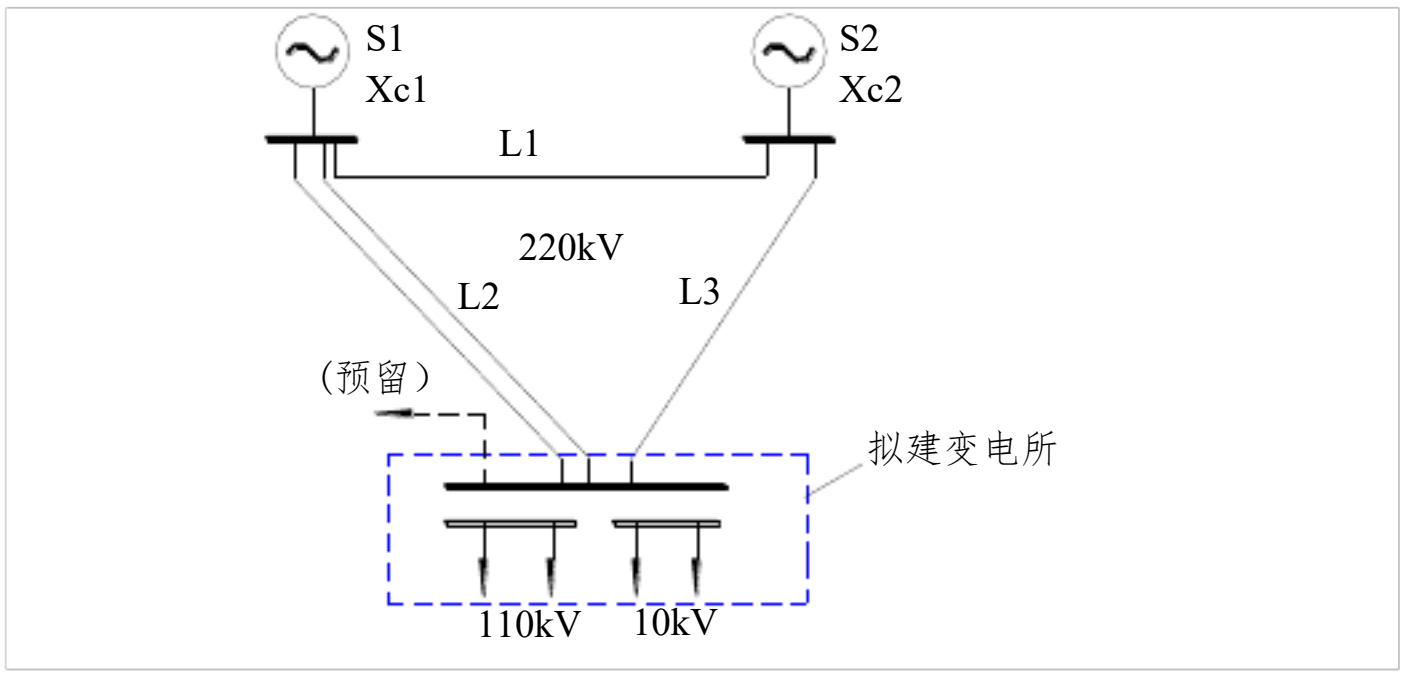
(4) 掌握资料收集、工程计算、工程技术图纸的绘制标准及绘制方法、设计报告的撰写

1.2 原始资料

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

1.2.1　拟建变电所联网情况如下图 1 所示



系统与线路参数表

	系统 1		系统 2		线路参数		
	S_1(MVA)	x_{c1}	S_2(MVA)	x_{c2}	L_1(kM)	L_2(kM)	L_3(kM)
第 1 组	2250	.38	1800	.40	60	57	66
第 2 组	2150	.36	1850	.42	50	62	75
第 3 组	2100	.43	1780	.41	55	65	68
第 4 组	2300	.42	1960	.39	65	68	50

1.2.2　地区环境条件

年最高气温：40℃；年最低气温：-5℃；年平均气温：18℃

出线方向：220kv　向北 110kv　向西 10kv　向东南

1.2.3　负荷资料

课 程 设 计 用 纸

（1）220kV 线路 3 回，预留 1 回备用，架空线路型号选用 LGJQ-300。

（2）110kV线路 8 回，其中 2 回留做备用，架空。

（3）10kv 线路 12 回，另有 2 回备用，架空。

110kV线路负荷资料

名称	最大负荷（MW		cos φ	回路数
	1、2 组	3、4 组		
A厂	36	38	0．9	2
B厂	30	35	0．9	2
A变电所	25	26	0．9	1
B变电所	28	30	0．9	1
C变电所	26	30	0．85	1
D变电所	22	24	0．85	1

上表中各负荷间的同时系数为 0．9。

10kV线路负荷资料

名称	最大负荷（MW	cos φ	回路数
a 厂	4	0.85	1
b 厂	3	0.85	1
c 厂	3.5	0.85	1
d 厂	3.2	0.85	1
e 厂	3.4	0.85	1
f 厂	5.6	0.85	2
g 厂	2.8	0.85	1
a 变电所	3	0.9	1
b 变电所	3	0.9	1
c 变电所	3	0.9	1
d 变电所	3	0.9	1

上表中各负荷间的同时系数为 0.85。

4）110kV各负荷与 10kV 各负荷间的同时系数为 0．9。

教师批阅

教师批阅

5）所用电负荷统计

名称	容量(kW)	备注
主变风扇	2×66×0.15	连续、经常
主充硅	20	连续、不经常
浮充硅	14	连续、经常
蓄电池通风	1.4	连续、不经常
蓄电池排风	1.7	连续、不经常
锅炉房水泵	1.7	连续、经常
空压机	2×22	短时、经常
载波室	1.7	连续、经常
220 kV 配电装置电源	20	短时、不经常
110 kV 配电装置电源	20	短时、不经常
220 kV QF 冬天加热	1	连续
110 kV QF 冬天加热	1	连续
室外配电装置照明	20	连续
室内照明	10	连续

1.2.4　课题任务要求：

根据所学的知识、参考文献和给定的课题内容（原始资料）对 220kV 降压变电所的电气一次部分进行设计。

具体为：

1．确定电气主接线（进行 3～4 种方案比较论证）

2．确定变电所主变压器的台数和容量

3．确定所用电接线（进行 2～3 种方案比较论证）

4．确定所用变压器的台数和容量

教师批阅

5．确定各电压级配电置

6．确定各电压级各主要的电气设备

7．确定电压互感器和电流互感器的配置

8．按时独立完成设计任务书规定的内容，对设计中所出现的问题进行综合分析并加以解决；

9．按设计要求撰写课程设计论文报告书，文字通顺，排版合理，图纸符合国家规范。

第二章　设计说明书

2.1 电气主接线

2.1.1 电气主接线的意义和要求

电气主接线是发电厂、变电所电气设计的重要部分，也是构成电力系统的重要环节。主接线的确定对电力系统整体及发电厂、变电所本身运行的可靠性、灵活性和经济性密切相关，并且对电气设备选择、配电装置布置、继电保护和控制方式的拟定有较大影响。因此，必须处理好各方面的关系，全面分析有关影响因素，通过技术经济比较，合理确定

主接线方案，决定于电压等级和出线回路数。　　电气主接线是由高压电气设备连成的接收和分配电能的电路，是发电厂和变电所最重要的组成部分之一，对安全可靠供电至关重要。因此设计的主接线必须满足如下要求：

(1) 满足对用户供电必要的可靠性和电能质量的要求；

(2) 接线简单、清晰，操作简便；

(3) 必要的运行灵活性和检修方便；

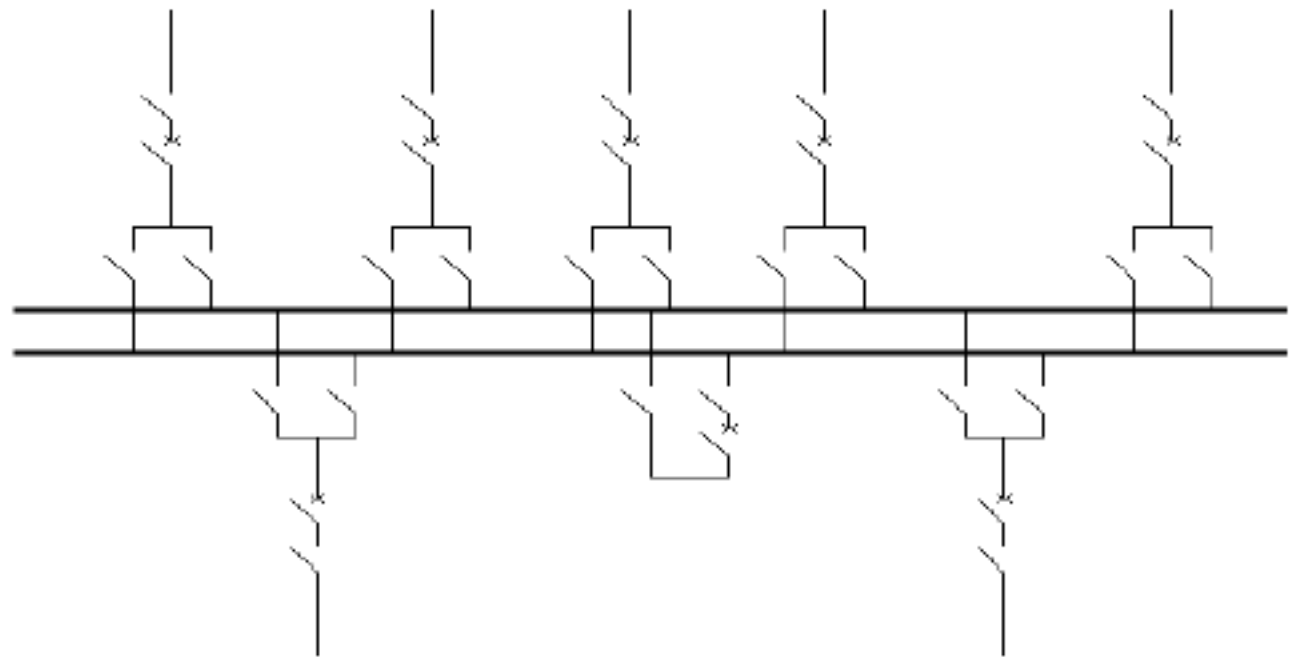
(4) 投资少，运行费用低；

(5) 具有扩建的可能性。

2.1.2　各母线部分的接线方式

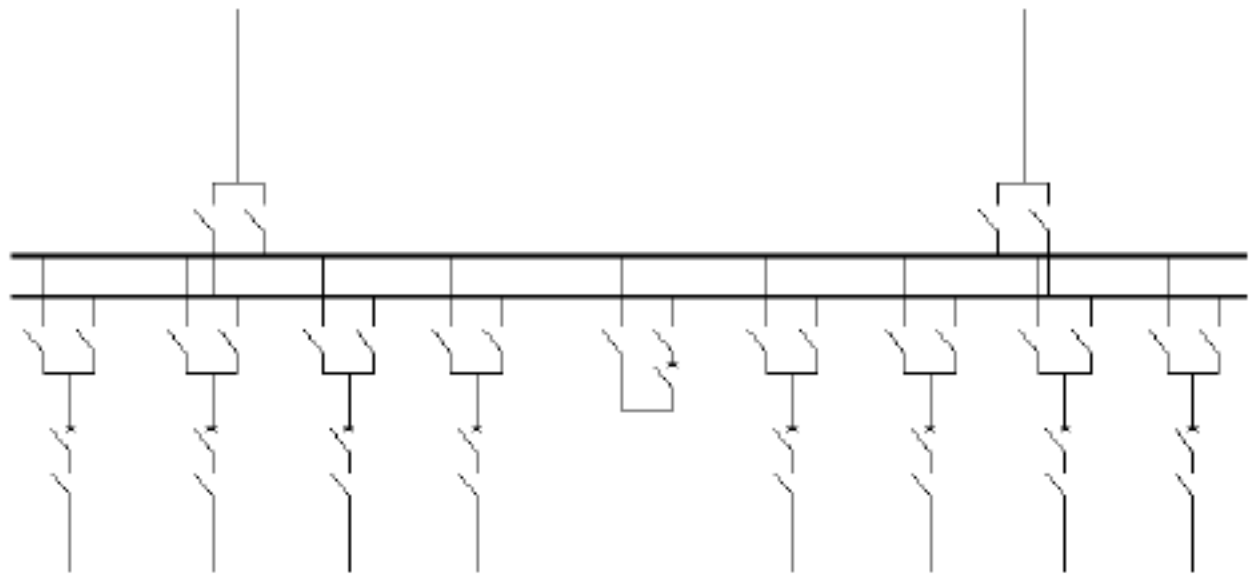
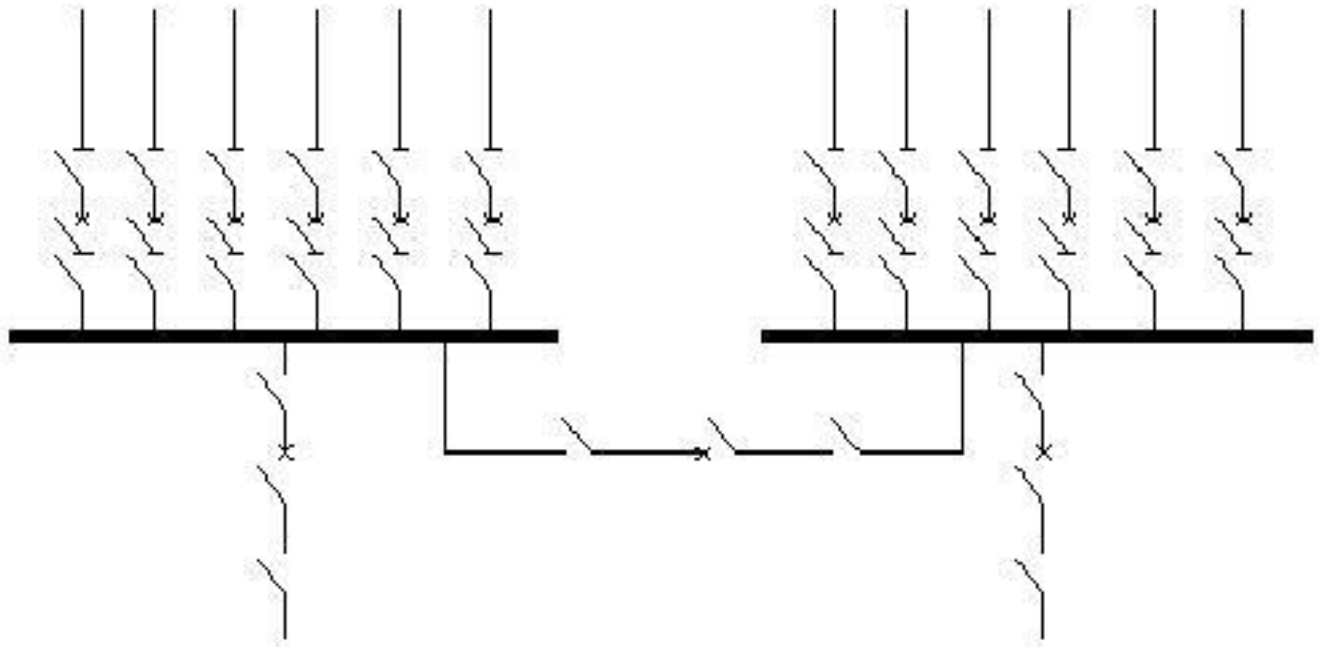
结合参数表格，较合理的电气主接线（如错误！未找到引用源。所示）

表 1 电气主接线图

220KV 母线	双母线接线	

教师批阅

课 程 设 计 用 纸

110KV 母线	双母线接线		教师批阅
10KV 母线	单母线分段		

所用电接线

所用电压等级的确定：

因为所用负荷中最大负荷最大负荷为 20Kw 小于 100Kw 所以只需 380V电压等级就足够了。

所用电的引接：

根据所用电压的等级的确定，从 10KV母线上分段引接。

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

所用电接线形式

采用单母线分段接线，可以使重要负荷及所用电的供电从不同的母线分段取得。当一段母线发生故障时，分段断路器自动将故障段切除，保证正常段母线不间断供电。如图 1 所示。

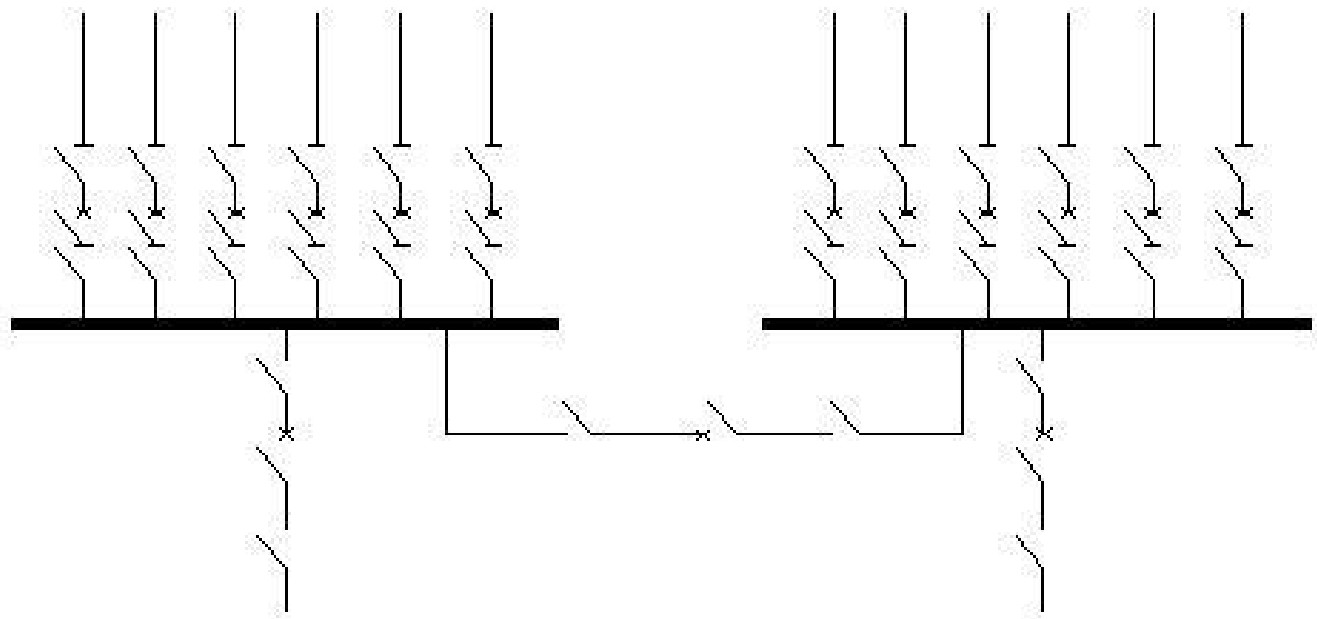


图 1 单母线分段

2

2.2 主变压器选择

2.2.1 主变压器台数的选择

根据原始资料，本变电站为 220KV降压变电站，负荷重、出线多，所以考虑用两台主变压器。有两台主变压器，可保证供电可靠性，避免一台变压器故障或检修时影响对用户的供电。

2.2.2 主变压器容量的确定

（1）选择原则

a 、主变压器容量一般按变电站建成后 5~10 年的规划负荷选择，并应考虑变压器正常工作和事故时过负荷能力。

教师批阅

b 、根据变电站所带负荷的性质和电网结构来确定主变压器的容量。对于有重要负荷的变电站；应考虑当一台变压器停运时，其余变压器容量在计及过负荷能力后的允许时间内应保证对一、二级负荷的供电。

（2）容量确定

根据选择原则和已确定选用两台主变压器，主变压器总容量可取最大负荷 P_{MAX} 的 1.6 倍，且计及每台变压器有 40%的过负荷能力，当一台变压器单独运行时能满足 70%的负荷的电力需要。

计算所有负荷大小：

110KV用户负荷计算：

$$S_{110max}=k_t\frac{P_{max}}{\cos\varphi}=0.9\left(\frac{38}{0.9}+2\times\frac{35}{0.9}+\frac{26}{0.9}+\frac{30}{0.9}+\frac{30}{0.85}+\frac{24}{0.85}\right)=259.2MVA$$

10KV用户负荷计算：

$$S_{110max}=k_t\frac{P_{max}}{\cos\varphi}=0.85\left(\frac{4+3+3.5+3.2+3.4+5.6+2\times2.8+3+4}{0.85}\right)=39.6MVA$$

所用电负荷计算：

$$S=2\times66\times0.15+20\times4+10\times1\times1.7+3\times14\times1.4+2\times22=176.3MVA$$

考虑到线路上还是有线损，这里我取 6%，那么实际变压器的容量是至少要 S=176.3/（1-0.06）=187.55MVA

初期装两台变压器：

两台同时运行时：$S=\frac{1.1}{2}S=103.153MVA$

教师批阅

0.7□S □131.2MVA

考虑将来的负荷可能会超出本来的预算，为了有所发展的余地，选择的主变压器的容量为 180MVA。

2.2.3 变压器型式的选择

（1）相数的选择

变压器的相数有单相和三相，主变压器是采用三相还是单相，主要考虑变压器的制造条件、可靠性要求及运输条件等因素。规程上规定，当不受运输条件限制时，在 330KV及以下的发电厂用变电站，均选用三相变压器。同时，因为单相变压器组相对来讲投资大、占地多、运行损耗也较大，而不作考虑。本变电站为一个 220KV降压变电站，所以应选用三相变压器。

（2）绕组数

绕组的形式主要有双绕组和三绕组。规程上规定在选择绕组形式时，一般应优先考虑三绕组变压器。因为一台三绕组变压器的价格及所用的控制电器和辅助设备，比两台双绕组变压器都较少。同时三绕组变压器比同容量的双变压器价格要贵 40%~50%，对深入引进负荷中心，具有直接从高压变为低压供电条件的变电站，为简化电压等级或减少重复降压容量，可采用双绕组变压器。根据本变电站的实际条件选择三绕组变压器。

（3）中性点的接线方式

电网的中性点接地方式，决定了主变压器中性点的接地方式。规程上规定；凡是 110KV~500KV侧其中性点必须要直接接地或经小阻抗接地；主变压器 6~63KV采用中性点不接地。所以主变压器的 220KV、110KV侧的中性点均采用直接接地方式。

教师批阅

）绕组接线组别

变压器三绕组的接线组别必须与系统秒年电压相位一直，否则，不能并列运行。电力系统采用的组别接线方式只有星行“Y”和三角形“d”两种。因此，变压器三绕组的连接方式应根据具体工程来决定。在发电厂和和变电站中，一般考虑系统或机组的同步并列要求以及限制三次谐波对电源的影响等因素，根据以上变压器绕组连接方式的原则，主变压器接线组别一般选用 YN，d11 常规接线。因此选用连接组别为 YN，n0，d11 的三绕组自耦变压器。

综上所述和查有关变压器型号手册所选主变压器的技术数据如下：

型号为 $SSPSL_1$ —180000/220 型　180000/180000/180000

额定电压：242±2×2.5%/121/10.5kV 。

阻抗电压：Z_{I-II}=25.4，Z_{I-III}=15.5，Z_{II-III}=7.92。

2.3 短路电流计算

短路电流计算结果如下（具体计算过程见计算书）

表 2.1　变压器短路阻抗标幺值

电压等级(kV)	220	110	10
符号	X_{11}	X_{T12*}	X_{T13}
短路阻抗标幺值	0.092	0．047	0.0055

表 2.2　主变压器额定电流值

（ ）	220	110	10
额定电流（A）	572	676	2977

教师批阅

表 2.3 变电站短路电流计算结果表

短路类型	短路点位置	I_{0S}（KA）	I_{2S}（KA）	I_{4S}（KA）
三相短路	220kV母线	1.802	1.875	1.875
	110kV母线	2.598	2.598	2.598
	10kV母线	16.456	16.456	16.456

2.4 设备选择

2.4.1 断路器型式的选择

（1）按额定电压选择

断路器的额定电压，应不小于所在电网的额定电压，即 $U_{zd} \geqslant U_{g}$

（2）按额定电流选择

断路器的额定电流应不小于回路的持续工作电流，即 Ie ≥Ig 。

（3）按配电装置种类选择

装置的种类系指断路器安装的场所。装设在屋内的应选屋内型，装设在屋外的，应选屋外型。

（4）按构造型式选择

教师批阅

有各种型式的短路器，如多油断路器、少油断路器、空气断路器、　　断路器等。要根据配电装置的工作条件和要求，结合各断路器的特点来选用。

a：SF6断路器的特点灭弧性能好，端流容量大，检修期长，结构紧凑，占地面积小，有益于变电所小型化。但是设备价格高，在封闭不好的情况下，在断路器周围环境中易于沉积 $_6$气体，并需进行充气。

（5）按断流容量选择

按切断电流断路容量或根据切断能力来选择断路器时，在给定电网电压下，必须满足下述条件

S_{dn} □S□

I_{dn} □I□

（6）动稳定校验

所谓动稳定校验系指在冲击电流作用下，断路器的载流部分多产生的电动力是否能导致断路器的损坏。为防止这种破坏，断路器极限电流必须大于三相短路时通过断路器的冲击电流，即 ish ≤idf

（7）热稳定校验

所谓热稳定校验系指稳态短路电流在假想时间内通过断路器时，其各部分的发热量不会超过规定的最大允许温度，即 I_{et}^2 t ≥ $I_{□}^2$ t

本方案220KV全部选用 SF_6 断路器，110KV全部选用少油断路器。查表后选择结果：

表 2.4 断路器选择结果

设备所在线路	断路器型号

	LW1-220
220kv 侧水电厂进线	LW1-220
变压器 220kv 侧	LW1-220
变压器 110kv 侧	SW4-110/1000

教师批阅

续表 2.4

变压器 10kv 侧	SN5-20G /7000
110kv 母线出线	SW4-110/1000
220 kv 侧母联、分段处	LW1-220
110kv 侧母联、分段处	SW4-110/1000
10kv 侧分段处	SN5-20G /7000

2.4.2 隔离开关的选择

隔离开关的主要用途：

(1) 隔离电压，在检修电气设备时，用隔离开关将被检修的设备与电源电压隔离，以确保检修的安全；

(2) 倒闸操作，投入备用母线或旁路母线以及改变运行方式时，常用隔离开关配合断路器，协同操作来完成；

(3) 分、合小电流。

隔离开关与断路器相比，额定电压、额定电流的选择及短路动、热稳定校验的项目相同。但由于隔离开关不用来接通和切除短路电流，故无需进行开断电流和短路关合电流的校验。

隔离开关选型时应根据配电装置特点和使用要求以及技术经济条件

教师批阅

隔离开关选择和校验原则是：

a、Uzd≥Ug;

b、Ie ≥Ig ;

c、I_{et}^{2} ≥$I_{\square}^{2}t$;

d、ich ≤idf

本方案选择的隔离开关型号为：

表 2.5 隔离开关选择结果

设备所在线路	隔离开关型号
220kv 侧系统进线	GW6-2200 /1000-50
220kv 侧电厂进线	GW6-2200 /1000-50
变压器 220kv 侧	GW6-2200 /1000-50
变压器 110kv 侧	GW4-110D(ⅡD)
变压器 10kv 侧	GN10-10T/7000-200
110kv 母线出线	GW4-110D(ⅡD)
220 kv 侧母联、分段处	GW6-2200 /1000-50
110kv 侧母联、分段处	GW4-110D(ⅡD)
10kv 侧分段处	GN10-10T/7000-200

2.4.3 母线的选择

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

（1）按导体长期发热允许电流选择

计算式为：$I_{max} \square KI_{al}$

式中I_{max}——导体所在回路中最大持续工作电流，A;

I_{al}——在额定环境温度$\square_0$ □□25°C时导体允许电流，A;

K——与实际环境温度和海拔有关的中和校正系数。

当导体允许最高温度为+70 摄氏度和不计日照时，K值可用下式计算

$$K \square \sqrt{\frac{\square \quad \square\square}{\square_{al} \quad \square\square_{al} \quad \square_0}}$$

式中，$\square_{al}$、□分别为导体长期发热允许发热允许最高温度和导体安装地点实际温度环境温度。

（2）热稳定校验

按上述情况选择的导体截面s，还应校验其在短路条件下的热稳定：

$$S_{min} \square \frac{\sqrt{Q_{dt} \quad K_f}}{C} \square 10^3$$

C— 热稳定系数;

S_{min}—裸导体的最小截面，mm^2;

Q_{dt}—短路电流的热效应，KA^2S;

K_f—集肤效应系数。

（3）动稳定校验：动稳定必须满足下列条件：□□□

□□—母线材料的允许应力，MP_a;

□—短路时母线中的最大应力，MP_a。

当单片矩形母线布置在同一平面时,其短路时母线中的最大应力□为

教师批阅

$$\sigma = 1.76\frac{l^2}{aW} i_{ch}^2 10^{-4}$$

式中 l—支持绝缘子间的距离，cm；

a—母线相间距离，cm；

W—母线断面系数，cm^2

i_{ch}—短路冲击电流峰值，kA；

单片竖放时有：

$$W = \frac{hb^2}{6} = 0.167hb^2$$

式中 b—母线厚度，cm；

h—母线宽度，cm

本方案选择的母线型号为：

表 2.6 母线选择结果

电压等级	母线型号	母线尺寸 D_1/D_2 /mm	导体截面积（mm^2）
220kv	管形 LF-21Y型铝锰合金导体	Φ130/54	2705mm^2
110kv	管形 LF-21Y型铝锰合金	Φ 80/72	954mm^2

课 程 设 计 用 纸

	导体		
10kv	矩形 LGJ钢芯铝绞线	Φ 70/10	79.39mm^2

教师批阅

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

第三章 计算书

3.1 负荷电流计算

计算所有负荷大小：

（1）110KV用户负荷计算

$$S_{110max}=k_t P_{max}/\cos\varphi$$

$$=0.85\times(52/0.89+40/0.89+20/0.89+22/0.91+23/0.85+22/0.85+35/0.89)$$

$$=205.943MVA$$

（2）10KV取 110KV负荷的 0.05%

$$S_{10max}=k_t P_{max}/\cos\varphi=0.8\times(5.2/0.85+2.5/0.85+2.3/0.85+3.5/0.85+3.0/0.85+6.4/0.89+3.2/0.91+6.5/0.89+6.2/0.91+5.5/0.91)$$

$$=40.224MVA$$

（3）所用负荷计算

$$S_{总}=S_{110max}+S_{10max}+S_{所max}=209.392MVA$$

（4）计算变压器在各电压等级上额定电流情况：

$$I_{220max}=1.05\times\frac{180000}{231\times\sqrt{3}}=472.38A$$

$$I_{110max}=1.05\times\frac{180000}{115\times\sqrt{3}}=948.86A$$

$$I_{10max}=1.05\times\frac{180000}{10.5\times\sqrt{3}}=10392.3A$$

$$I=\frac{S_N}{\sqrt{3}*U_N}=\frac{p}{\sqrt{3}*U_N*\varphi}$$

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

110KV侧各线路负荷电流：

$$I_{max} = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi}$$

石化厂：I_1=306.66A

炼油厂：I_2=235.89A

甲县变：I_3=117.95A

乙县变：I_4=126.89A

丙县变：I_5=142.02A

丁县变：I_6=135.85A

水泵厂：I_7=206.41A

10KV侧各线路负荷电流：

$$I_{max} = \frac{P}{\sqrt{3}U\cos\varphi}$$

氮肥厂：I_1=353.20A

机械厂：I_2=169.81A

纺织厂：I_3=156.224A

化工厂：I_4=237.73A

造纸厂：I_5=203.77A

水厂：I_6=415.17A

建材厂：I_7=203.02A

A变：I_8=421.66A

B变：I_9=393.36A

C变：I_{10}=348.95A

教师批阅

3.2 各元件阻抗计算

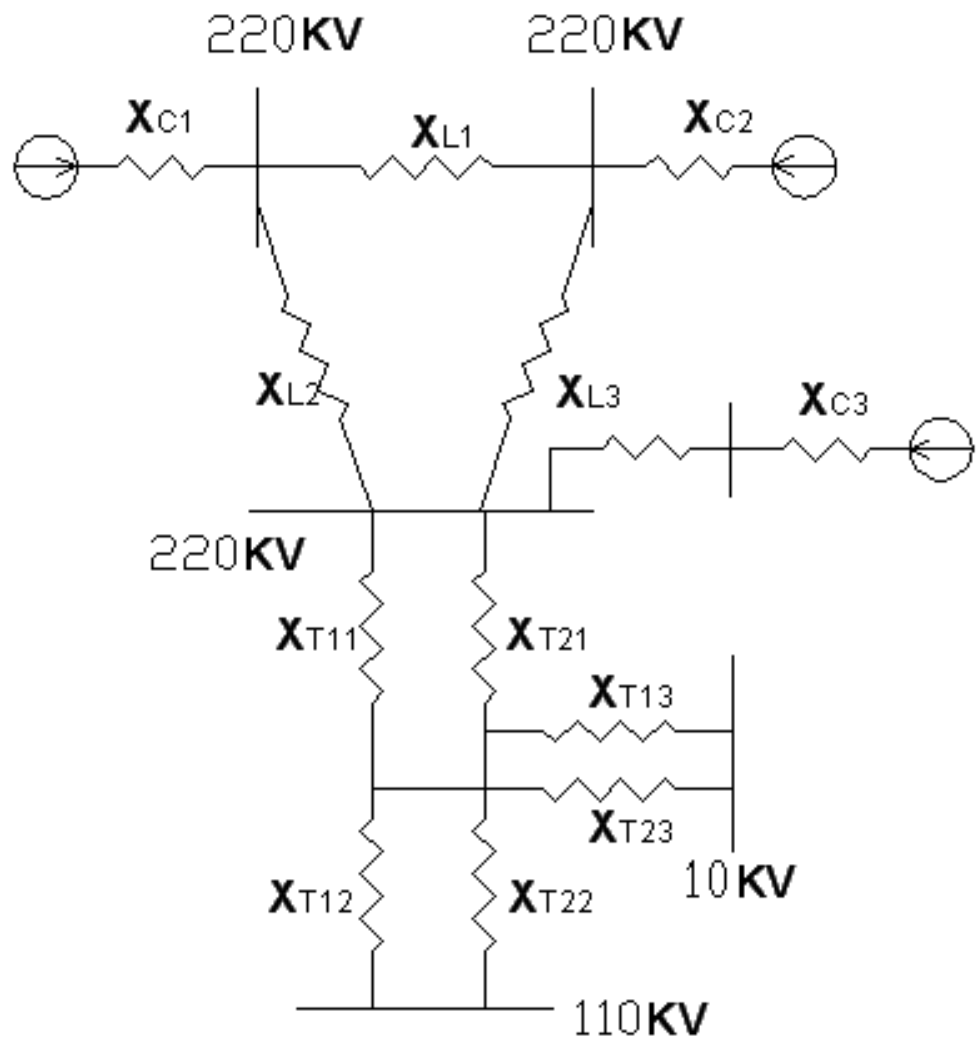


图 3.1 系统等值电路

3.2.1 计算各线路阻抗。

基准值：

U_B□220KV　　S_B□110MVA　　Z_B□U^2/S_B□484□

课 程 设 计 用 纸

线路阻抗：

$$X_{L1} = 0.4 \times 130 \times 52\%$$

$$X_{L2} = 0.4 \times 175 \times 70\%$$

$$X_{L3} = 0.4 \times 185 \times 74\%$$

线路阻抗标么值为：

$$S_{L1} = X_{L1} / Z_B = 0.107$$

$$S_{L2} = X_{L2} / Z_B = 0.145$$

$$S_{L3} = X_{L3} / Z_B = 0.153$$

3.2.2 变压器阻抗计算：

$$U_{K1}\% = \frac{1}{2}(U_{K1-2}\% + U_{K1-3}\% - U_{K2-3}\%) = 16.49$$

$$U_{K2}\% = \frac{1}{2}(U_{K1-2}\% + U_{K2-3}\% - U_{K1-3}\%) = 8.91$$

$$U_{K3}\% = \frac{1}{2}(U_{K2-3}\% + U_{K1-3}\% - U_{K1-2}\%) = 0.99$$

变压器各绕组等值电抗：

$$X_{T11} = X_{T21} = \frac{U_{K1}\% U_N^2}{100 S_N} \times 10^3 = 44.34\Omega$$

$$X_{T12} = X_{T22} = \frac{U_{K2}\% U_N^2}{100 S_N} \times 10^3 = 23.93\Omega$$

$$X_{T13} = X_{T23} = \frac{U_{K3}\% U_N^2}{100 S_N} \times 10^3 = 2.66\Omega$$

变压器各绕组等值电抗标么值：

$$X_{T11} = X_{T21} = X_{T1} / Z_B = 0.046$$

$$X_{T12} = X_{T22} = X_{T2} / Z_B = 0.0235$$

教师批阅

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

$$X_{T13} = X_{T23} = X_{T3}/Z_B = 0.00275$$

两变压器并联电抗标么值：

$$X_{T1} = 0.092$$

$$X_{T2} = 0.047$$

$$X_{T3} = 0.0055$$

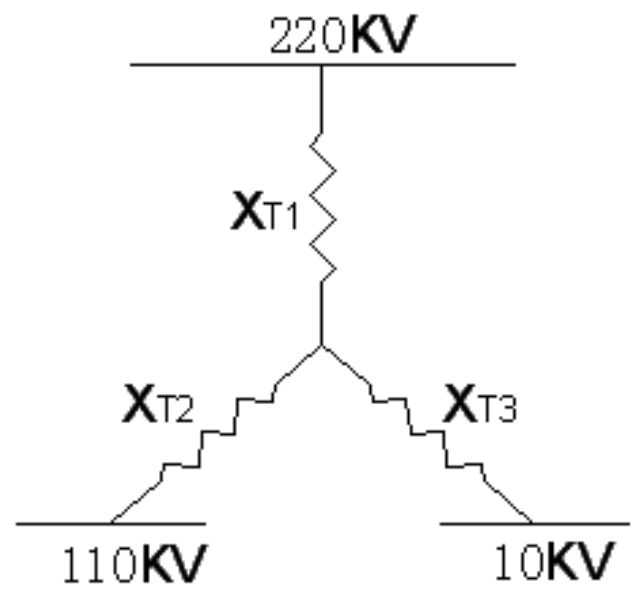
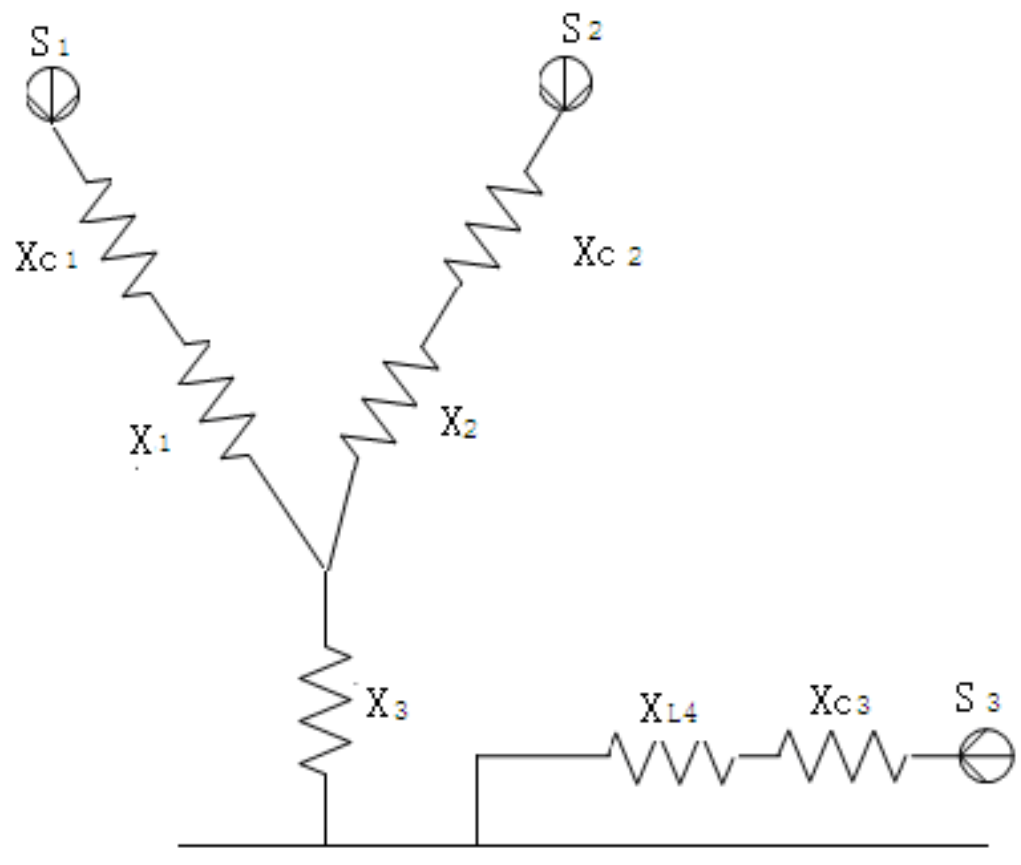


图 3.2 变压器并联等值电路

3.3 短路电流计算

3.3.1 220KV 母线短路电流计算：

220KV侧△→Y等值电路如图 3.3：



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/308054136116006033