

课程设计用纸

目 录

前言.....	1
第一章 设计任务书和原始资料.....	2
第二章 电网接线方案设计.....	6
第一节 电网接线初步方案的选择和供电电压等级的确定.....	6
一、初步接线方案的拟定依据.....	6
二、拟定的方案.....	6
三、初步方案的计算.....	7
四、初步方案比较选择.....	9
第二节 电网接线方案的技术经济比较.....	11
一、发电厂、变电站主接线方式的选择.....	11
二、发电厂、变电所主变压器的选择	12
三、输电线路导线截面选择.....	16
四、方案技术经济比较.....	19
第三节 调压计算.....	20
一、最大、最小负荷情况下的潮流计算.....	20
二、调压计算.....	22
参考文献	25
附图	26
课程设计总结	31

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

前 言

电力工业是国家的基础，在国民经济发展中占据十分重要的地位。电能是一种二次能源，发电、变电、输送、分配和用电过程可在瞬间完成，必须保持有功和无功功率的平衡。为了满足电能消费需求，保证生产生活稳定，所发电能要满足经济性好、可靠性高、电能质量高等要求。

经济发展，电力先行。要建好大规模安全可靠的电力系统，必须事先做好规划和电网建设。电力规划是根据社会经济发展的需求，能源资源和负荷的分布，确定合理的电源结构和战略布局，以及确定电压等级、输电方式和合理的网架结构等。电力规划是否合理，直接关系到国民经济的发展，直接影响到今后电力网络运行的稳定性、经济性、可靠性以及未来经济的发展。

该课程设计要求按照给定的原始数据，依照国民经济应用的要求设计一个供电、变电、输电、分配和消费的电力系统。该电力系统包括一个发电厂、两个变电所、若干输电线路。设计的要求是该电力系统应满足一定的供电可靠性、稳定性和经济性，电能质量高，同时运行方式灵活，适应多种负荷变化情况。投资费用亦应当设计至最小。

课程设计用纸

第一章 设计任务书和原始资料

教师批阅

一、设计任务

本次电力系统规划实际是根据给定的原始资料完成如下设计：

- (1) 初步拟定电力网接线方案，确定供电电压等级；
- (2) 发电厂、变电所主变压器选择；
- (3) 输电线路导线截面选择；
- (4) 电力网接线方案的技术、经济比较，确定最终接线方案；
- (5) 调压计算。

二、原始资料

2.1 发电厂、变电所相对地理位置及距离

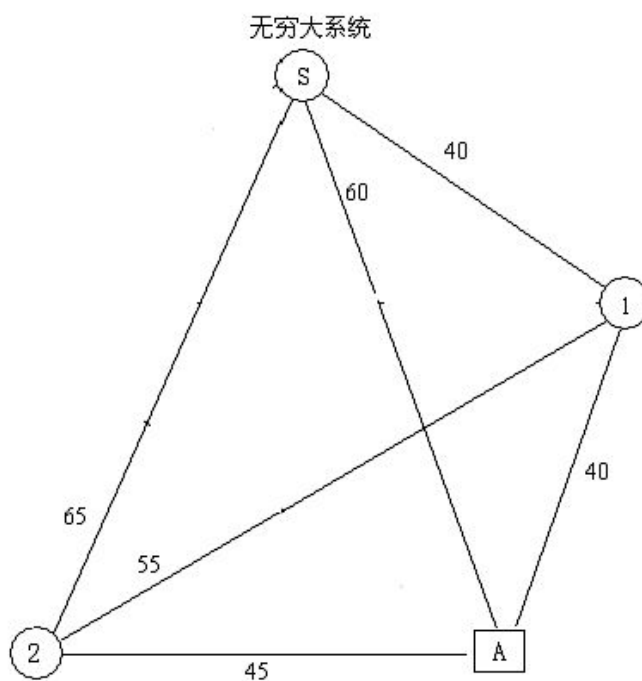


图 1-1 发电厂、变电所相对地理位置图

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

2.2 发电厂技术参数

表 1-1 发电厂技术参数表

发电厂	A	
装机台数、容量 (MW)	3*50	
额定电压 (kV)	10.5	
额定功率因数 $\cos \varphi$	0.8	
厂用电率	2%	
最小运行方式下出力	50	
调压要求	最大负荷 (%)	5
	最小负荷 (%)	0
最大负荷年利用小时数	5000 小时	

2.3 负荷数据及有关要求

表 1-2 负荷数据及有关要求

厂 站		1	2
项 目			
最大负荷 (MW)		60	50
最小负荷 (MW)		35	30
功率因数 $\cos \varphi$		0.9	0.9
T_{\max} (h)		5000	5000
低压母线电压 (kV)		10	10
调压要求	最 大 负 荷 (%)	2~5	2~5
	最 小 负 荷 (%)	2~5	2~5
各类负荷 (%)	I 类	30	35
	II 类	30	30

课程设计用纸

教师批阅

三、 设计要求

(1) 设计中应严格遵守课程设计的规章制度，按时到设计教室进行设计，任何人不得迟到、早退和无辜缺席；

(2) 同学应根据设计要求独立完成课程设计任务，同组成员之间可以商量讨论，但严禁相互抄袭；

(3) 设计完成后，每个同学应提交打印的设计说明书一份，课程设计说明书编写和电路图绘制应附和规范要求；

(4) 按时参加课程设计答辩

四、 主要参考文献

[1] 电力系统稳态分析（第三版）. 陈珩 主编. 中国电力出版社. 2007 年

[2] 电力系统分析（第三版）. 何仰赞 温增银主编. 华中科技大学出版社. 2002 年

[3] 电力系统分析学习指导. 徐政 主编. 机械工业出版社. 2003 年

[4] 熊信银.. 发电厂电气部分. 北京：中国电力出版社，2001

[5] 《工厂常用电气设备手册》编写组. 工厂常用电气设备手册(上、下册). 中国电力出版社. 1998

[6] 中国电器工业协会编. 输配电设备手册[M]. 机械工业出版社. 1999.

五、 课程设计（论文）工作进度计划表

表 1-3 课程设计（论文）工作进度计划表

序号	课程设计（论文）工作任务	工作进度日程安排									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	阅读设计任务书，搜集、阅读与电网规划有关的各种资料	—									
2	电网接线初步方案拟定与比较		—	—							
3	电网接线方案的经济技术比较				—	—					
4	调压计算						—	—			

课 程 设 计 用 纸

5	整理课程设计论文并打印								—	—	
6	提交课程设计成果、答辩										—

教师批阅

课程 设计 用 纸

教师批阅

第二章 电网接线方案设计

第一节：电网接线初步方案的选择与供电电压等级的确定

一、初步接线方案的拟定依据

根据发电厂与负荷的位置(忽略地形的影响)以及变电站各类负荷所占比例, 为保证供电可靠性, 初步拟定了接线方案。

二、拟定的方案

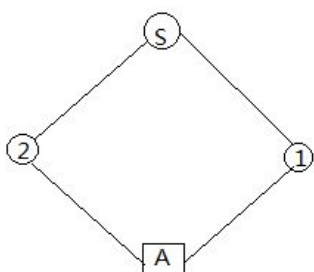


图 2-1-1 电网接线方案图 1

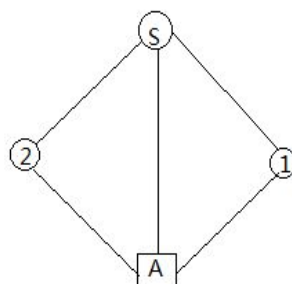


图 2-1-2 电网接线方案图 2

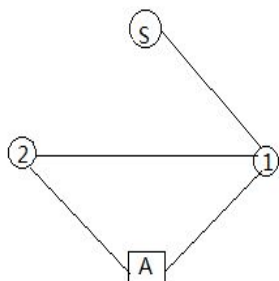


图 2-1-3 电网接线方案图 3

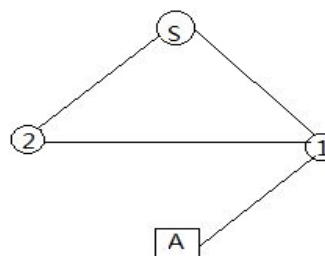


图 2-1-4 电网接线方案图 4

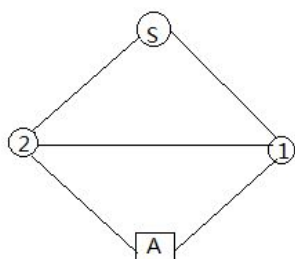


图 2-1-5 电网接线方案图 5

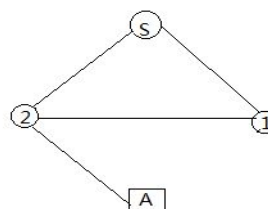


图 2-1-6 电网接线方案图 6

课程 设计 用 纸

教师批阅

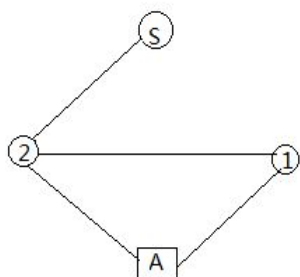


图 2-1-7 电网接线方案图 7

三、初步方案的计算

为了先粗略选出这些初步方案中相对较为可行的，排除一些不切实际的，先对其进行粗略的计算，即并未确定导线截面积，先考虑成均一网并应用所给的条件对这些方案进行初步功率分布的计算。

均一网初步功率分布的计算公式如下：

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i Z_i^*}{\sum_{i=1}^n Z_i^*} \quad \text{即:} \quad S = \frac{\sum_{i=1}^n S_i L_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (2-1-1)$$

式中的 L_i 为与 Z_i 相对应的线路长度。 S_i 为每条线路的视在功率。

在此以方案一为例，详细的计算过程如下：

(1) 在 S 处解环，拆成一个两端供电网，两端电压相等，对其进行初布潮流分布（仅考虑有功分布）的计算（如图 2-1-8）

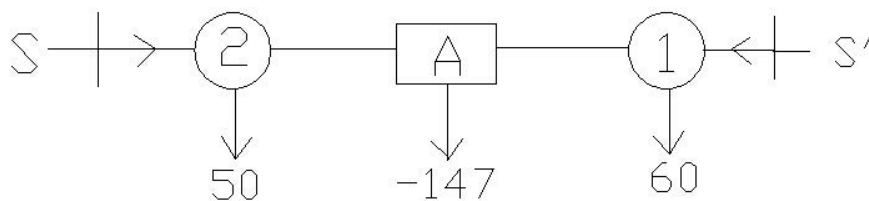


图 2-1-8 电网接线方案一接环图

课程设计用纸

教师批阅

(2) 根据公式 (2-1-1) 计算初步功率分布:

$$P_{S2} = \frac{50 \times (45 + 40 + 40) - 147 \times (40 + 40) + 60 \times 40}{65 + 45 + 40 + 40} = -16.37$$

$$P_{S1} = \frac{50 \times 65 - 147 \times (65 + 45) + 60 \times (65 + 45 + 40)}{65 + 45 + 40 + 40} = -20.63$$

$$P_{A1} = 80.63$$

$$P_{A2} = 66.37$$

$$\Sigma PL = P_{A1}L_{A1} + P_{1S}L_{1S} + P_{2S}L_{2S} + P_{A2}L_{A2} \quad (2-1-2)$$

将数据代入公式(2-1-2)可得:

$$\Sigma PL = 80.63 \times 40 + 20.63 \times 40 + 16.37 \times 65 + 66.37 \times 45 = 8101.1$$

$$\Sigma P^2 L = P_{A1}^2 L_{A1} + P_{1S}^2 L_{1S} + P_{2S}^2 L_{2S} + P_{A2}^2 L_{A2} \quad (2-1-3)$$

将数据代入公式(2-1-3)可得:

$$\Sigma P^2 L = 80.63^2 \times 40 + 20.63^2 \times 40 + 16.37^2 \times 65 + 66.37^2 \times 45 = 492714.211$$

$$\Sigma L = L_{A1} + L_{1S} + L_{2S} + L_{A2} \quad (2-1-4)$$

将数据代入公式(2-1-4)可得:

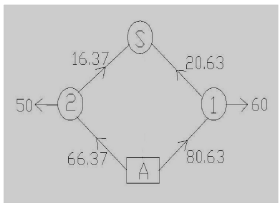
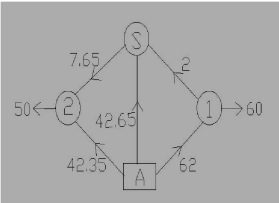
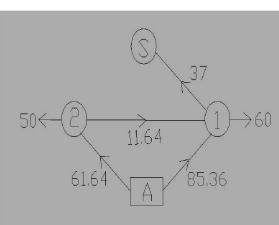
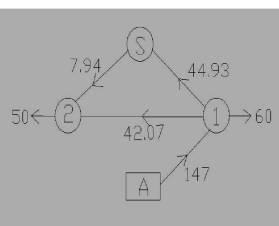
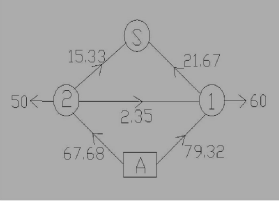
$$\Sigma L = 65 + 45 + 40 + 40 = 190 \text{ (km)}$$

课程设计用纸

教师批阅

四、初步方案比较选择

表 2-1-1 初步方案比较结果表

方案	ΣL	ΣPL	$\Sigma P^2 \cdot L$	优缺点
<p>1</p> 	190	8101.1	4927140.21	<p>优点：出线较短，采用环形电路供电可靠性强；</p> <p>缺点：线路灵活性不强。</p>
<p>2</p> 	250	7522	347573.83	<p>优点：在方案一的基础上，增加了发电厂的可靠性；</p> <p>缺点：出线较长，投资较大。</p>
<p>3</p> 	180	8308.4	524642	<p>优点：出线较短，变电所1, 2采用环形电路可靠性强；</p> <p>缺点：线路出现故障时变电所2可能不能正常供电</p>
<p>4</p> 	200	10507	1046549	<p>优点：变电所1, 2采用环形电路可靠性强；</p> <p>缺点：线路出现故障时，发电厂可能不能正常供电。</p>
<p>5</p> 	245	8210.9	492155.59	<p>优点：采用环形电路供电可靠性强；</p> <p>缺点：出线较长，投资较大。</p>

课程设计用纸

教师批阅

<p>6</p>	205	12599.5	1254383.59	<p>优点：变电所1、2采用环形电路可靠性强；</p> <p>缺点：线路经济性较差，线路出现故障时，发电厂可能不能正常供电。</p>
<p>7</p>	205	9261	557195.54	<p>优点：变电所1、2采用环形电路可靠性强；</p> <p>缺点：经济性较差。</p>

注： $\sum PL$ 正比于线路电压降落； $\sum P^2L$ 正比于电网有功功率损耗；线路长度表示方案的投资。

综合考虑压降、网损以及线路长度，可知各方面均占优势的方案为方案一和方案二，因此选择这两个方案进行进一步分析比较。

对所拟订的接线方案按均一网计算，其初步功率分布的结果大部分在50MW左右，输送距离在40-100km之间，并且考虑到电网发展的需求，以及线路的经济性，所以选择的电压等级全为110kV。采用架空线路时与各额定电压等级相适应的输送容量和传输距离见表2-1-2。

表2-1-2 采用架空线路时与各额定电压等级相适应的输送容量和传输距离

输电电压 (kV)	输送容量 (MW)	传输距离 (km)	适用
0.38	0.1 及以下	0.6 及以下	低压配电网
3	0.1~1.0	3~1	中压配电网
6	0.1~1.2	15~4	
10	0.2~2.0	20~6	
35	2~10	50~20	高压配电网
63	3.5~30	100~30	
110	10~50	150~50	
220	100~500	300~100	省内送电
330	200~1000	600~200	省、网际输电
500	600~1500	1000~400	

课程 设计 用 纸

1000	5000~10000	2000~1000	网际输电
------	------------	-----------	------

教师批阅

根据均一网潮流分布计算各段线路输送功率分布如方案比较表所示，确定电压等级为 110kV。受 110kV 电压等级传输容量的限制以及对供电可靠性的保证，对于方案一和方案二中接线线路做如下改动：

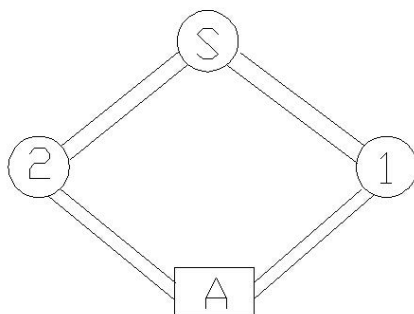


图 2-1-9 电网接线方案图 1（改后）

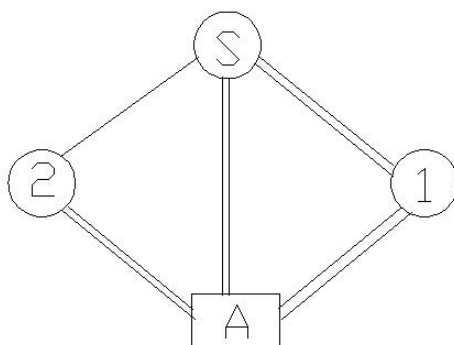


图 2-1-10 电网接线方案图 2（改后）

注：以下内容中出现的方案一、二皆指改后的接线方案

第二节 电网接线方案的技术经济比较

由于方案一与方案二负荷及发电厂各项指标均相同，各线路电压等级均为 110KV，故两种方案所选择变压器的原理方法相同，故以下接线方式及变压器的选择结果两最优方案共同适合。

一、发电厂、变电站主接线方式的选择

1. 发电厂 A 接线方式的选择

从系统负荷情况看，系统中 1, 2 变电所均包含一，二类负荷，因此保证供电的可靠性是首要问题。故发电厂主接线采用单母线分段接线方式，发电机与变压

课程设计用纸

教师批阅

器采用单元接线方式。如下图 2-2-1 所示：

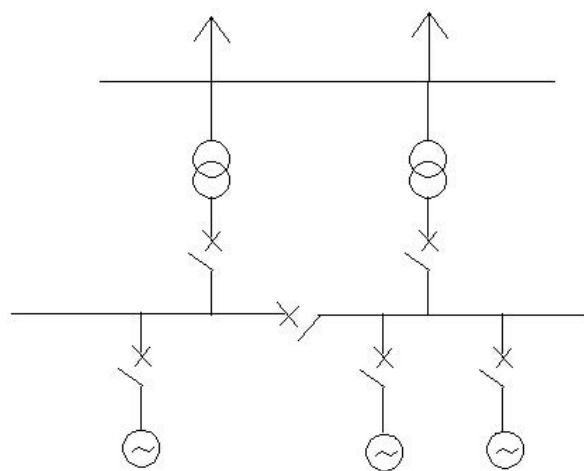


图 2-2-1 发电厂主接线图

2. 变电所接线方式的选择

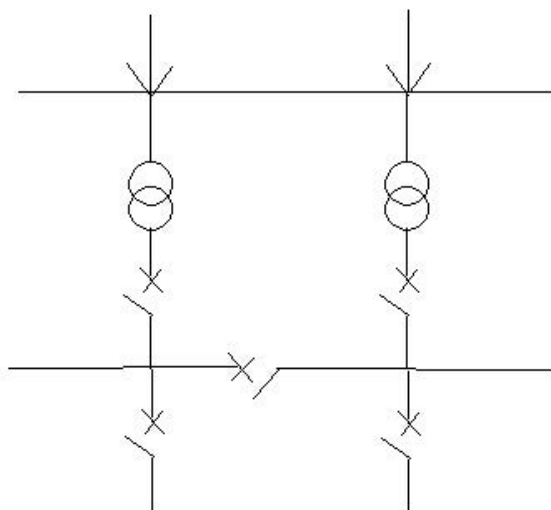


图 2-2-2 变电所主接线图

二、发电厂、变电所变压器的选择

1. 发电厂 A 的主变的选定

课程设计用纸

教师批阅

发电厂装机容量为 $3 \times 50\text{MW}$ ，因此，初步确定变压器的容量 S 的值为：

$$S_N = \left(\frac{P_{GN}}{\cos \varphi_N} - S_{\min} \right) / 0.9 = \frac{\frac{150}{0.8} - 3.75}{0.9} = 204.17 \text{MVA}$$

从符合情况看，系统中 1, 2 变电所均包含一，二类负荷，因此保证供电的可靠性是首要问题，故采用两台其型号为 SFP10-150000/110 的变压器。

变压器铭牌参数见下表 2-2-1：

表 2-2-1 发电厂主变压器铭牌参数

额定容量	$S_n=150\text{MW}$
变比	$121\text{KV} \pm 2.5\% / 11\text{KV}$
空载损耗	$\Delta P_u = 74.6\text{KVA}$
短路损耗	$\Delta P_k = 424\text{KVA}$
阻抗电压	$U_k\% = 10.5$
空载电流	$I_0\% = 0.2$

变压器参数的计算：

$$\text{电阻: } R_T = \frac{P_k U_N^2}{1000 S_N^2} = \frac{424 \times 121^2}{1000 \times 150^2} = 0.276 \Omega$$

$$X_T = \frac{U_k\% U_N^2}{1000 S_N} = \frac{10.5 \times 121^2}{1000 \times 150} = 10.25 \Omega$$

$$G_T = \frac{P_0}{1000 \times U_N^2} = 5.1 \times 10^{-6} \text{ S}$$

$$B_T = \frac{I_0\%}{100} \times \frac{S_N}{U_N^2} = \frac{0.2 \times 240}{100 \times 110^2} = 2.05 \times 10^{-5} \text{ S}$$

变压器功率损耗：

$$\Delta P_{ZT} = \frac{2 P_k S_A^2}{1000 S_N^2} = \frac{2 \times 424 \times (147/2)^2}{1000 \times 150^2} = 0.204 \text{ MW}$$

课程设计用纸

教师批阅

$$\Delta Q_{ZT} = \frac{2U_K \% S_A^2}{100S_N} = \frac{2 \times 10.5 \times (147/2)^2}{100 \times 150} = 7.563 \text{ MVar}$$

所以： $\Delta S_{ZT} = (0.204 + j7.563) \text{ MW}$

计算变压器电压损耗：

由于发电厂低压侧无功采取就地补偿原则，故无功 $Q_N \approx 0$

$$\Delta U = \frac{0.5SR_T}{U_N} = 0.168 \text{ KV}$$

2. 变电所主变的选定

变电所主变变压器容量按容载比等于 1.6 考虑，且考虑到变电所一台变压器故障的情况，所以变电所均采用两台变压器。

由公式

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n S_{Ni}}{S_{\max}} \quad (2-2-1) \text{ 可得:}$$

变电所 1 变压器容量 S 定为：

$$S = 1.6 \times S_{\max} = 106.67 \text{ MW}$$

所欲变压器的容量 S_N 选定为 80MW。其型号为：SFP10-80000/110

铭牌参数如下表 2-2-2：

表 2-2-2 变电所 1 主变压器铭牌参数

额定容量	$S_N = 80 \text{ MW}$
变比	$121 \text{ KV} \pm 2.5\% / 11 \text{ KV}$
空载损耗	$\Delta P_0 = 46.7 \text{ KVA}$
短路损耗	$\Delta P_k = 273 \text{ KVA}$
阻抗电压	$U_k\% = 10.5$
空载电流	$I_0\% = 0.2$

变压器电阻：计算方法同发电厂变压器，此处只写计算结果：

课程设计用纸

教师批阅

$$R_T = 0.625\Omega, X_T = 19.22\Omega, G_T = 3.19 \times 10^{-6} S, B_T = 1.09 \times 10^{-5} S$$

最大负荷情况下:

$$\Delta P_{ZT \max} = \frac{P_K S_{I \max}^2}{1000 S_N^2} = \frac{273 \times \left(\frac{60}{2}\right)^2}{1000 \times 80^2} = 0.038 MW$$

$$\Delta Q_{ZT \max} = \frac{U_K \% S_{I \max}^2}{100 S_N} = \frac{10.5 \times \left(\frac{60}{2}\right)^2}{100 \times 80} = 1.18 MVar$$

$$\Delta P_{YT \max} = \frac{P_0}{10000} = 0.467 MW$$

$$\Delta Q_{YT \max} = \frac{I_K \% S_N}{100} = 0.16 MVar$$

$$\Delta S_{I \max} = 2[(\Delta P_{ZT \max} + \Delta P_{YT \max}) + j(\Delta Q_{ZT \max} + \Delta Q_{YT \max})] = 0.169 + j2.68 MW$$

最小负荷情况下:

$$\Delta P_{ZT \min} = 0.013 MW, \Delta Q_{ZT \min} = 0.402 MVar,$$

$$\Delta S_{I \min} = 0.119 + j1.124 MW$$

变电所 1 变压器电压降:

$$\Delta U_{\max} = 0.155 KV, \Delta U_{\min} = 0.09 KV$$

变电所 2 变压器容量 S 定为:

$$S = 1.6 \times S_{\max} = 88.89 MW$$

所欲变压器的容量 S_N 选定为 63MW。其型号为: SFP10-63000/110

铭牌参数如下表 2-2-3:

表 2-2-3 变电所 2 主变压器铭牌参数

额定容量	$S_N = 63 MW$
变比	$121 KV \pm 2.5\% / 11 KV$
空载损耗	$\Delta P_0 = 39.1 KVA$
短路损耗	$\Delta P_k = 221 KVA$
阻抗电压	$U_k \% = 10.5$

课程设计用纸

空载电流

$I_0\%=0.2$

教师批阅

变压器电阻：计算方法同发电厂变压器，此处只写计算结果：

$$R_T = 0.82\Omega, X_T = 24.4\Omega, G_T = 2.67 \times 10^{-6} S, B_T = 8.61 \times 10^{-5} S$$

最大负荷情况下：

$$\Delta P_{ZT \max} = \frac{P_K S_{2 \max}^2}{1000 S_N^2} = 0.035 MW$$

$$\Delta Q_{ZT \max} = \frac{U_K \% S_{2 \max}^2}{100 S_N} = 1.042 MVar$$

$$\Delta P_{YT \max} = \frac{P_0}{10000} = 0.0391 MW$$

$$\Delta Q_{YT \max} = \frac{I_K \% S_N}{100} = 1.126 MVar$$

$$\Delta S_{1 \max} = 2[(\Delta P_{ZT \max} + \Delta P_{YT \max}) + j(\Delta Q_{ZT \max} + \Delta Q_{YT \max})] = 0.148 + j2.336 MW$$

最小负荷情况下：

$$\Delta P_{ZT \min} = 0.013 MW, \Delta Q_{ZT \min} = 0.375 MVar,$$

$$\Delta S_{1 \min} = 0.104 + j1.002 MW$$

变电所 2 变压器电压降：

$$\Delta U_{\max} = 0.169 KV, \Delta U_{\min} = 0.102 KV$$

三、输电线路导线截面选择

目前我国高压输电线主要采用钢芯铝绞线。据电力设计手册，当负荷的年最大利用小时数达 5000 小时以上，钢芯铝绞线的经济电流密度取 $J=0.9 A/mm^2$ ，在高压区域电力网，用经济电流密度法选择导线截面，用发热校验。按计算所

得初步功率分布、按经济电流密度进行选择。由公式 $S_{js} = \frac{I_{\max}}{J}$ 计算得到导线

截面，进行截面选择。

由任务书可得： $T_{\max}=5000$ ，则选用 $J_{A1}=J_{13}=J_{23}=J_{2A}=1.15 A/mm^2$ ，

以下计算以方案二为例：

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

$$S_{A-2} = \frac{S}{\sqrt{3}UJ} = \frac{1}{2} \times \frac{66370}{\sqrt{3} \times 110 \times 1.15} = 96.64 \text{mm}^2$$

$$S_{A-1} = 141.49 \text{mm}^2$$

$$S_{S-2} = 34.91 \text{mm}^2$$

$$S_{S-1} = 4.56 \text{mm}^2$$

$$S_{A-S} = 124.36 \text{mm}^2$$

发热校验:

以 A-1 之间断一回线为例:

$$I_{A-2} = \frac{P}{\sqrt{3}U} = 126.89 \text{A} < 445$$

$$I_{A-1} = \frac{P}{\sqrt{3}U} = 262.43 \text{A} < 445$$

$$I_{S-2} = \frac{P}{\sqrt{3}U} = 8.66 \text{A} < 170$$

$$I_{S-1} = \frac{P}{\sqrt{3}U} = 22.24 \text{A} < 170$$

$$I_{A-S} = \frac{P}{\sqrt{3}U} = 127.67 \text{A} < 445$$

电晕校验:

由于截面小于 50mm^2 的导线会发生电晕, 为了供电可靠性考虑, 将 S-2 之间导线换为 LGJ-70, S-1 之间改为 LGJ-50.

机械强度校验:

截面皆大于 35mm^2 , 故不用校验。

选取各线路导线如下表:

表 2-2-2 方案二 (改后) 选取导线参数表

线路	长 度 (km)	截 面 积 (mm^2)	线路型号	电 阻 (Ω m)	电抗 (Ω /km)
S_{A-2}	45	96.64	LGJ-150	0.21	0.398
S_{A-1}	40	141.49	LGJ-150	0.21	0.398
S_{S-2}	65	34.91	LGJ-50	0.65	0.421
S_{S-1}	40	4.56	LGJ-70	0.46	0.417
S_{A-S}	60	124.36	LGJ-150	0.21	0.398

课程设计用纸

教师批阅

方案一计算方法及校验方式与上述相同，选取导线结果为：

表 2-2-3 方案一（改后）选取导线参数表

线路	长度 (km)	截面积(mm ²)	线路型号	电阻 (Ω /km)	电抗 (Ω /km))
S _{A-2}	45	151.46	LGJ-185	0.17	0.386
S _{1-S}	40	47.08	LGJ-50	0.65	0.421
S _{2-S}	65	37.35	LGJ-50	0.65	0.421
S _{A-1}	40	235.11	LGJ-240	0.132	0.378

根据所选导线进行最大负荷下潮流初步计算，结果如下图：

方案一：

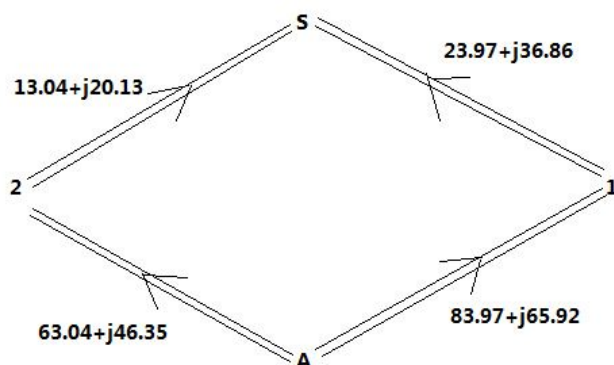


图 2-2-4 方案一潮流分布图

方案二：

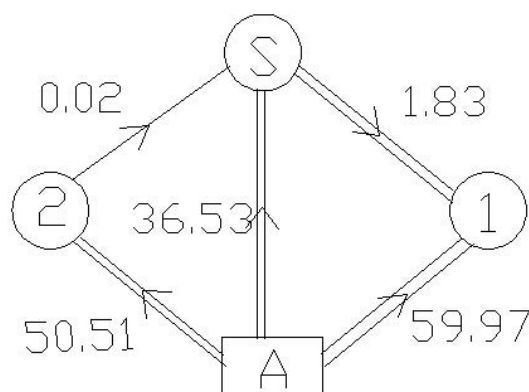


图 2-2-5 方案二潮流分布图

课程设计用纸

教师批阅

以上数据说明无需更换导线。

四、方案技术经济比较

技术比较：

- (1) 供电可靠性：由接线图可知，两者供电可靠性差不多。
- (2) 电压质量：由潮流分布可知，方案一质量更好。
- (3) 运行灵活性：由接线图可知，方案二更加灵活。
- (4) 能否适应电网将来：都可适应电网将来。

经济比较：

以方案二为计算例子：

1、投资费用：

线路造价=1.3*单位长度造价*线路长度（双回路）

线路造价=单位长度造价*线路长度（单回路）

$$Z=1.3 \times (40 \times 57 + 40 \times 62 + 60 \times 62 + 45 \times 62) + 65 \times 58 = 18.421 \times 10^3 \text{ (万元)}$$

2、年运行费用：

①电能损耗费

$$\Delta P_{S-2} = \frac{S^2}{U^2} \times R = 9.88 \times 10^{-7} \text{ KW}$$

$$\Delta P_{S-1} = 3.6 \text{ KW}$$

$$: \Delta P_{A-2} = 997.31 \text{ KW}$$

$$\Delta P_{A-1} = 1248.34 \text{ KW}$$

$$\Delta P_{S-A} = 694.79 \text{ KW}$$

表 2-2-4 最大负荷损耗时间 τ_{\max} 与最大负荷利用小时数 T_{\max} 的关系

$\cos \varphi \backslash T_{\max} (h)$	0.8	0.85	0.90	0.95	1.00
4500	3150	3000	2900	2700	2500
5000	3600	3500	3400	3200	3000
5500	4100	4000	3950	3750	3600

$$\Delta W = \sum \Delta P_{\max} \tau_{\max} = 9420928 \text{ kw} \cdot h$$

$$C_1 = \alpha \Delta W = 0.35 \Delta W = 32.97 \text{ 万元}$$

课程设计用纸

教师批阅

②检修维护费

$$C_2 = 0.05Z = 921.05 \text{ 万元}$$

③折旧费

$$C_3 = 0.04Z = 736.84 \text{ 万元}$$

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 1690.86 \text{ 万元}$$

方案一计算方法与上述相同，结果如下：

$$Z' = 4225 + 2600 + 3802.5 + 3640 = 14267.5 \text{ 万元}$$

$$C' = 2118.92 \text{ 万元}$$

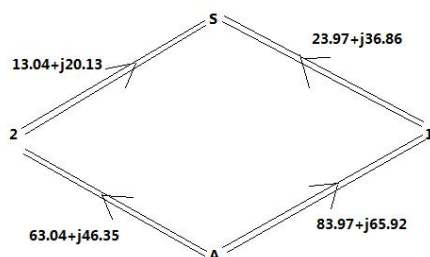
$$\text{比较总结: } N = \left| \frac{Z' - Z}{C - C'} \right| = 9.7 > 6$$

所以选择造价低的方案即方案一

第三节 调压计算

一、最大、最小负荷情况下的潮流计算

(1) 最大负荷情况下潮流分布(设 s 为 115kV). 如上图 2-2-4:



解环后



图 2-3-1 方案一最大负荷下（接环后）潮流分布图

课程设计用纸

教师批阅

无功功率损耗：

$$\Delta Q_{\max 2-S} = \frac{13.04^2 + 20.13^2}{110^2} \times 13.65 = 0.649 MW$$

$$\Delta Q_{\max A-2} = 4.26 MW$$

$$\Delta Q_{\max A-1} = 5.24 MW$$

$$\Delta Q_{\max 1-S} = 1.34 MW$$

$$\Delta U_{S-2} = \frac{(P_{2-S} + \Delta P_{\max 2-S})R + (Q_{2-S} + \Delta Q_{\max 2-S})X}{U_S} = 5.05 KV$$

变电所②的高侧实际电压为 $U_{2\max} = U_S + \Delta U_{S-2} = 120.05 KV$

$$\Delta U_{A-2} = \frac{64.92 \times 3.825 + 48.61 \times 8.685}{115} = 5.83 KV$$

发电厂 A 的高侧实际电压为 $U_A = U_2 + \Delta U_{A-2} = 125.88 KV$

$$\Delta U_{A-1} = \frac{86.46 \times 2.64 + 71.16 \times 5.56}{115} = 5.43 KV$$

变电所①的高侧实际电压为 $U_1 = U_A - \Delta U_{A-1} = 120.55 KV$

(2) 最小负荷情况下潮流分布 (设 s 为 115kV)

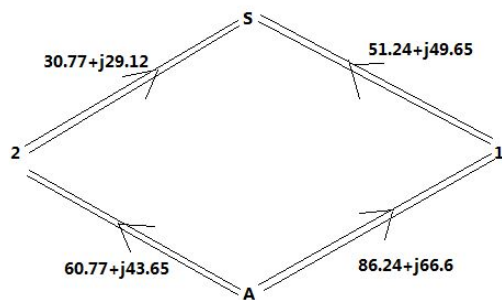


图 2-3-2 方案一最小负荷下潮流分布图

接环后：

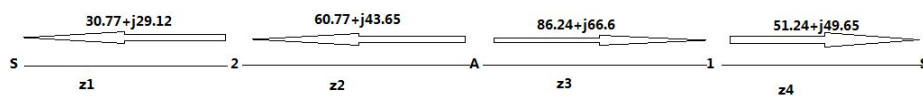


图 2-3-3 方案一最小负荷下（接环后）潮流分布图

课程设计用纸

教师批阅

无功损耗:

$$\Delta Q_{\min 2-s} = 2.025 MW$$

$$\Delta Q_{\min 2-A} = 4.018 MW$$

$$\Delta Q_{\min 1-s} = 3.534 MW$$

$$\Delta Q_{\min A-1} = 5.456 MW$$

有功损耗:

$$\Delta P_{\min 2-s} = 3.13 MW$$

$$\Delta P_{\min 2-A} = 1.77 MW$$

$$\Delta P_{\min 1-s} = 5.47 MW$$

$$\Delta P_{\min A-1} = 2.59 MW$$

$$\Delta U_{s-2} = 9.92 KV$$

变电所②的实际电压 $U_{\min 2} = 124.92 KV$

$$\Delta U_{A-2} = 5.68 KV$$

发电厂 A 的实际电压 $U_{\min A} = 130.6 KV$

$$\Delta U_{A-1} = 5.52 KV$$

变电所①的实际电压 $U_{\min 1} = 125.08 KV$

二、调压计算

调压方式选择: 本方案中选择逆调压方式: 最大负荷时, 发电厂 A 低压母线电压不高于额定值的 10%, 最小负荷时不低于额定值; 变电所 1 最大负荷时低压母线电压不低于额定值的 2%, 最小负荷时不高于 5%; 变电所 2 最大负荷时低压母线电压不低于额定值的 2%, 最小负荷时不高于 5%; 变电所 3 最大负荷时低压母线电压不高于额定值的 5%, 最小负荷时不低于额定值。

变压器分接头选择计算:

第一步: 计算最大负荷分接头

$$\begin{aligned} \text{变电所 1: } U_{t1\max} &= \frac{(U_{1\max} - \Delta U_{i\max}) U_{Ni}}{U'_{i\max}} = \frac{(120.45 - 0.155) \times 11}{10.3} = 128.4 kv \\ U_{t2\max} &= \frac{(U_{2\max} - \Delta U_{i\max}) U_{Ni}}{U'_{i\max}} = \frac{(120.05 - 0.169) \times 11}{10.3} = 128.0 kv \end{aligned}$$

课程设计用纸

教师批阅

变电所 2:

$$\text{发电厂 A: } U_{tG\max} = \frac{U_{G\max} + \Delta U_{g\max}}{U'_{g\max}} = \frac{(125.88 + 0.204) \times 11}{11.55} = 120.1 \text{ kV}$$

第二步：计算最小负荷分接头

$$\text{变电所 1: } U_{t1\min} = \frac{(U_{1\min} - \Delta U_{i\min}) U_{Ni}}{U'_{i\min}} = \frac{(125.08 - 0.09) \times 11}{11.3} = 124.7 \text{ kV}$$

$$\text{变电所 2: } U_{t2\min} = \frac{(U_{2\min} - \Delta U_{i\min}) U_{Ni}}{U'_{i\min}} = \frac{(124.92 - 0.102) \times 11}{11.3} = 124.5 \text{ kV}$$

$$\text{发电厂 A: } U_{tG\min} = \frac{U_{G\min} + \Delta U_{g\min}}{U'_{g\min}} = \frac{(125.88 + 0.204) \times 11}{10.5} = 132.1 \text{ kV}$$

第三步：计算分接头的平均值及选取分接头

$$\text{变电所 1: } U_{t1} = \frac{1}{2} (U_{t1\max} + U_{t1\min}) = 126.55 \text{ kV}$$

故选用 121+2×2.5% 即 127.05KV 的分接头

$$\text{变电所 2: } U_{t2} = \frac{1}{2} (U_{t2\max} + U_{t2\min}) = 126.25 \text{ kV}$$

故选用 121+2×2.5% 即 127.05KV 的分接头

$$\text{发电厂 A: } U_{tG} = \frac{1}{2} (U_{tG\max} + U_{tG\min}) = 126 \text{ kV}$$

故选用 121+2×2.5% 即 127.05KV 的分接头

第四步：分接头的校验

变电所 1：最大负荷时，低压母线电压

$$\frac{(124.92 - 0.155) \times 11}{127.05} = 10.4 > 10.3$$

最小负荷时，低压母线电压

$$\frac{(125.08 - 0.09) \times 11}{127.05} = 10.8 < 11.03$$

变电所 2：最大负荷时，低压母线电压

$$\frac{(120.05 - 0.169) \times 11}{127.05} = 10.37 > 10.3$$

最小负荷时，低压母线电压

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

$$\frac{(124.92 - 0.102) \times 11}{127.05} = 10.8 < 11.03$$

选择总结：

变电所 1 选用 121+2×2.5%即 127.05KV 的分接头

变电所 2 选用 121+2×2.5%即 127.05KV 的分接头

发电厂 A 选用 121+2×2.5%即 127.05KV 的分接头

课 程 设 计 用 纸

教师批阅

参考文献

- [1] 于永源. 电力系统分析[M]. 长沙: 湖南师范大学出版社, 1992 年 7 月
- [2] 陈珩. 电力系统稳态分析 (第二版) [M]. 北京: 水利电力出版社, 1995 年 11 月
- [3] 陆敏政. 主编 电力系统习题集[M]. 北京: 水利电力出版社, 1990 年
- [4] 熊信银. 发电厂电气部分[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008 年
- [5] 祝淑萍. 电力系统分析课程设计与综合实验[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007 年 3 月
- [6] 东北院. 电力系统设计手册[M]. 北京: 中国电力出版社
- [7] 水电部. 电力工程概算指标[M]. 北京: 中国水利电力出版社
- [8] 电力工程设计手册[M]. 北京: 中国电力出版社
- [9] 曹绳敏. 电力系统课程设计及毕业设计参考资料[M]. 北京: 水利电力出版社, 1995 年 5 月
- [10] 西安交大. 电力系统计算[M]. 北京: 水利电力出版社, 1989 年 5 月

课程设计用纸

课程设计总结

教师批阅

电网是电源和用户之间的纽带，其主要功能是把电能安全、优质、经济的送到用户，而电力网规划设计是电网发展和改造的总体计划。其目标是能够使电网发展，能适应、满足并适度超前于供电区域内的经济发展要求，并能发挥其对电网建设、运行和供电保障的先导和决定作用，对电网建设发展具有实际意义，做好电网规划直接影响到某地电网今后的建设方向，所以掌握好电网规划至关重要。

我通过此次的课程设计，对电网设计规划有了更为理性的认识，学习到了做好一次电网规划设计所需要的基本择优方法和诸多要素，以下是我的心得体会。

电网规划设计的首要一步是进行电网分析，分析与评估是规划配电网的基础，只有进行科学的分析才能了解电网情况，才能选取适当的评估内容和方法。高压电网方案分析应根据电网所在地理位置、主接线、供电能力和供电裕度、出现间隔等方面的分析和评估；而中压电网现状的评估和分析应从安全性、经济性、可靠性 3 方面对配电网进行重点分析评估。其中对于安全性和可靠性要考虑到充裕度和安全性，前者是指电力系统有足够的发电容量和足够的输电容量，在任何时候都能满足用户的峰荷要求，表征了电网的稳态性能；后者是指电力系统在事故状态下的安全性和避免连锁反应而不会引起失控和大面积停电的能力，表征了电力系统的动态性能。其次，再对电网的选定与计算，在计算中，数据的准确性是关键。在这次的电网课程设计中，我再次认识到，精确的计算是效率和成功的关键，数据是分析的基础，如果数据收集不准确将直接影响到分析结果。另外，考虑问题的全面性也是关键的环节，在本次电网设计中，我们要全面考虑到线路故障、变压器故障、负荷用电量与发电量的变动等，在通过不同情况的考虑往往能得出更正确的结论。在这次的课程设计中，团队合作也会很重要的因素，队友间的相互协助与分工能够很好的提高计算效率和加快电网设计进度。

俗话说，事必躬亲，通过这次实践我体会到了实际的工作与书本上的知

课 程 设 计 用 纸

识仍存在很大距离，有些技能无法在书本上彻底理解，通过一次较为实际的电网设计规划，对于将所学的理论知识付诸与实践时可能出现的问题和各种潜在的因素有了更多的了解。

教师批阅