



华南理工大学
South China University of Technology

课程设计报告

作者姓名	ZS5680
指导教师	朱俊
学科专业	配电设计
联系方式	
所在学院	电力学院
论文提交日期	2013-5
报告成绩	

任务书

电力网络设计

设计要紧内容：

- A. 校验电力系统功率平稳；
- B. 通过方案比较，确信电力系统的接线图；
- C. 选定发电厂和变电所的接线图和变压器型号及容量；
- D. 计算电力网的功率散布和电压，确信调压方式并选择调压设备；

设计要求：

- A. 设计说明书一份；
- B. 设计图纸一张。

原始资料：

- A. 发电厂发电机资料：

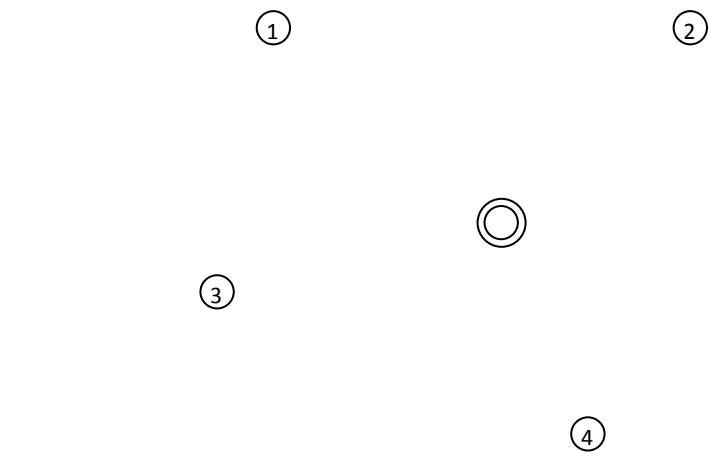
项目	台数	容量（MW）	电压（kV）	功率因数
1	5	25		
2	1	50		

- B. 发电厂和变电所的负荷资料：

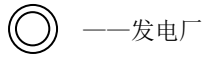
项目	发电厂（A）	变电所（1）	变电所（2）	变电所（3）	变电所（4）
最大负荷（MW）	20	37	34	40	26
最小负荷（MW）	11	19	18	21	14
最大负荷功率因数					
最小负荷功率因数					
最大负荷利用小时	5000	5000	5500	5500	5500
二次母线电压（kV）	6	10	6	10	10
一类用户的百分数	25	25	30	30	25
二类用户的百分数	30	30	30	35	35
调压要求	顺	逆	常	常	顺

注意：(1). 发电厂的负荷包括发电厂的自用电在内；(2). 建议采纳的电力网额定电压为 110kV。

C. 发电厂和变电所的地理位置图:



图例:



比例尺: 1:1000000

华南理工大学电力系统课程设计

华南理工大学电力系统课程设计	1
1. 课程设计任务书	3
. 设计要紧内容	3
. 设计要求	3
. 原始资料	3
发电厂发电机资料	3
发电厂和变电所的负荷资料	3
发电厂和变电所的地理位置图	4
2. 校验电力系统功率平稳和确信发电厂的运行方式	4
. 负荷合理性校验	4
. 功率平稳校验	5
有功功率平稳校验	5
无功功率平稳校验	7
功率平稳校验结论	8
3. 确信电力系统的接线图	10
. 网络电压品级的确信	10
. 网络接线方案初步比较	10
方案一	11
方案二	12
方案三	13
方案四	14
方案初选	15
. 网络接线方案精准比较	16
潮流估算	17
选择导线型号及线路阻抗计算	20
线路阻抗计算	22
正常运行时的电压损失及故障可能造成的最大电压损失	22
总投资	24
年运行费用	25
年计算费用	26
4. 确信发电厂、变电所的电气主接线	27
. 发电厂主接线的选择	27
方案一	28
方案二	29
方案三	30
方案确信	31
. 变电所主接线的选择	32
方案一：内桥接线	33
方案二：外桥接线	34
方案确信	35
5. 潮流计算，确信变压器分接头	36

· 系统参数计算	36
----------------	----

. 潮流计算	37
网络潮流散布和功率损耗.....	38
网络电压散布	39
发电厂功率损耗和功率分派.....	40
. 变压器分接头的选择	41
关于变电所（1）的调压：	42
关于变电所（2）的调压：	43
关于变电所（3）的调压：	43
关于变电所（4）的调压：	44
关于发电厂的调压：	45
6.要紧经济指标计算	46
. 输电效率	46
不考虑厂用负荷及厂用电	46
考虑厂用负荷及厂用电	46
. 网损计算	47
. 输电本钱	47
7. 总结	48
8. 参考资料	48

1. 课程设计任务书

． 设计要紧内容

- E. 校验电力系统功率平稳和确信发电厂的运行方式；
- F. 通过方案比较，确信电力系统的接线图；
- G. 选定发电厂和变电所的接线图和变压器型号及容量；
- H. 计算电力网的功率散布和电压，确信调压方式并选择调压设备；
- I. 计算电力网的要紧经济指标。

． 设计要求

- C. 设计说明书一份；
- D. 设计图纸一张。

． 原始资料

发电厂发电机资料

表 1 发电厂发电机资料

项目	台数	容量（MW）	电压（kV）	功率因数
1	5	25		
2	1	50		

发电厂和变电所的负荷资料

表 2 发电厂和变电所资料

项目	发电厂(A)	变电所(1)	变电所(2)	变电所(3)	变电所(4)
最大负荷（MW）	20	37	34	40	26
最小负荷（MW）	11	19	18	21	14
最大负荷功率因数					
最小负荷功率因数					
最大负荷利用小时	5000	5000	5500	5500	5500
二次母线电压（kV）	6	10	6	10	10
一类用户的百分数	25	25	30	30	25
二类用户的百分数	30	30	30	35	35
调压要求	顺	逆	常	常	顺

注意：(1). 发电厂的负荷包括发电厂的自用电在内； (2). 建议采纳的电力网额定电压为 110kV。

发电厂和变电所的地理位置图



图 1 发电厂和变电所地理位置图

2. 校验电力系统功率平稳和确信发电厂的运行方式

. 负荷合理性校验

依照最大负荷利用小时数的概念，最大负荷运行小时 $T_{\max}$ 所消耗的电量应大于全年以最小负荷运行所消耗的电量，以此理论来校验，看其是不是合理。依照下面公式可得表 3：

最大负荷运行小时 $T_{\max}$ 所消耗的电量 $Q_{\text{总max}}$ = 最大负荷×最大负荷利用小时

年最小负荷运行所消耗的电量 $Q_{\text{总min}}$ =最小负荷×8760

表 3 负荷合理性校验

项目	发电厂 (A)	变电所 (1)	变电所 (2)	变电所 (3)	变电所 (4)
最大负荷 (MW)	20	37	34	40	26
最小负荷 (MW)	11	19	18	21	14
最大负荷利用小时	5000	5000	5500	5500	5500
年最大负荷运行小时 消耗电量 $Q_{总max}$ (MW)	100000	185000	187000	220000	143000
年最小负荷运行所消 耗的电量 $Q_{总min}$ (MW)	96360	166440	157680	183960	122640
校验	$Q_{总max} \setminus Q_{总min}$ 合理	$Q_{总max} \setminus Q_{总min}$ 合理	$Q_{总max} \setminus Q_{总min}$ 合理	$Q_{总max} \setminus Q_{总mi}$ 合理	$Q_{总max} \setminus Q_{总mi}$ 合理

． 功率平稳校验

有功功率平稳校验

系统最大有功综合负荷：
$$P_{xMAX}=K_1 \cdot K_2 \cdot \sum_1^n P_{MAX \cdot n}$$

K_1 - 同时系数，取

K_2 - 厂用网损系数，取（其中网损取 5%，厂用取 10%）

需校验发电厂的有功备用容量是不是大于最大有功负荷的 10%。

表 4 有功功率平稳校验

项目	发电厂(A)	变电所(1)	变电所(2)	变电所(3)	变电所(4)
最大负荷 (MW)	20	37	34	40	26
系统最大有功负荷 (MW)	$P_{\max} = \sum_1^n p_{MAX \bullet n} = 20 + 37 + 34 + 40 + 26 = 157$				
系统最大有功综合负荷 (MW)	$P_{x\max} = K_1 \bullet K_2 \bullet \sum_1^n p_{MAX \bullet n} = \times \times 157 =$				
发电厂的有功备用容量 (MW)	$P_{re} = \sum p_{G\max} - P_{x\max} = 25 \times 5 + 50 \times =$				
发电厂有功备用占最大有功负荷百分比 (%)	$\eta_{re} = \frac{P_{re}}{P_{\max}} \times 100\% = (157) \times 100\% = \%$				
合理性校验	$\eta_{re} = \% < 10\%$				
结论	不合理				

能够考虑利用风力发电，太阳能光伏发电和潮汐能发电等能量形式填补系统的有功备用，可是考虑到此类能量形式发电随气候季节的散布性，难于为系统提供稳固的备用能量。

为此，在发电厂增加一台容量为 25MW，额定电压为，功率因数为的发电机，以知足系统的有功备用，那么原始资料改成：

表 5 发电厂发电机资料

项目	台数	容量 (MW)	电压 (kV)	功率因数
1	6	25		
2	1	50		

再进行有功功率平稳校验：

表 6 有功功率平稳校验

项目	发电厂(A)	变电所(1)	变电所(2)	变电所(3)	变电所(4)
最大负荷 (MW)	20	37	34	40	26
系统最大有功负荷 (MW)	$P_{\max} = \sum_1^n p_{MAX \bullet n} = 20 + 37 + 34 + 40 + 26 = 157$				
系统最大有功综合负荷 (MW)	$P_{x\max} = K_1 \bullet K_2 \bullet \sum_1^n p_{MAX \bullet n} = \times \times 157 =$				
发电厂的有功备用容量 (MW)	$P_{re} = \sum p_{G\max} - P_{x\max} = 25 \times 6 + 50 \times =$				

发电厂有功备用占最大有功负荷百分比 (%)	$\eta_{re} = \frac{P_{re}}{P_{\max}} \times 100\% = 157) \times 100\% = \%$
合理性校验	$\eta_{re} = \% > 10\%$
结论	合理

无功功率平稳校验

求出系统最大的无功综合负荷，校验发电厂的无功备用容量是不是大于最大无功负荷的 10%。

表 7 无功功率平稳校验

项目	发电厂(A)	变电所(1)	变电所(2)	变电所(3)	变电所(4)
最大负荷 (MW)	20	37	34	40	26
最大负荷功率因素					
最大负荷功率因素角	°	°	°	°	°
最大无功负荷(Mvar)	$Q_{\max} = \sum_1^n Q_{MAX \cdot n} = 20 \times ^\circ + 37 \times ^\circ + \dots + 26 \times ^\circ =$				
系统最大无功综合负荷 (Mvar)	$Q_{x\max} = K_1 \cdot K_2 \cdot \sum_1^n Q_{MAX \cdot n} = \times \times =$				
发电厂的无功备用容量 (Mvar)	$Q_{re} = \sum_1^n Q_{G\max} - Q_{x\max} = 25 \times 6 \times \tan + 50 \times 1 \times \tan =$				
发电厂无功备用占最大有功负荷百分比 (%)	$\eta_{re} = \frac{Q_{re}}{Q_{\max}} \times 100\% = \frac{33.29M \text{ var}}{106.47M \text{ var}} \times 100\% = \%$				
合理性校验	$\eta_{re} = \% > 10\%$				
结论	合理				

功率平稳校验结论

评判前面的功率平稳校验结果，并校验发电厂带最大负荷时一台机组故障后可否保证一二类负荷的供电，对三类负荷的供电情形如何。

由上表可明白，在增加了一台 25MW 的发电机以后，系统的最大有功功率备用和最大无功功率备用都达到了要求。

假设发电厂带最大负荷时，系统负荷的参数如下：

$$\text{最大有功负荷 } P_{\max} = \sum_1^n p_{\max \bullet n} = 20 + 37 + 34 + 40 + 26 = 157 \text{ MW}$$

$$\text{最大无功负荷 } Q_{\max} = \sum_1^n Q_{\max \bullet n} = 20 \times {}^\circ + 37 \times {}^\circ + \dots + 26 \times {}^\circ =$$

表 8 发电厂带最大负荷时参数

项目	发电厂(A)	变电所(1)	变电所(2)	变电所(3)	变 电 所 (4)	总计
最大负荷 (MW)	20	37	34	40	26	157
最大负荷功率因素						
最大负荷功率因素角						
一类用户的百分数	25	25	30	30	25	
二类用户的百分数	30	30	30	35	35	
一二类用户有功功率 (MW)	11			26		
一二类用户无功功率 (Mvar)						
三类用户有功功率 (Mvar)	9			14		
三类用户无功功率 (Mvar)						

假设发电厂带最大负荷时一台机组故障后，假设故障机组为容量为 25MW 的发电机，那么：

发电厂发出的总有功功率为：

$$P_{G\max} = 25 \times 5 + 50 \times 1 = 175 \text{ MW}$$

发电厂发出的总无功功率为：

$$Q_{G\max} = 25 \times 5 \times \tan + 50 \times 1 \times \tan =$$

显然，由表 6 的数据可知：

$$P_{G\max} = 175 \text{ MW} >$$

$$Q_{G\max} \Rightarrow \text{Mvar}$$

故现在发电厂能保证一二类负荷的供电。

关于三类负荷的供电：

$$\alpha = \frac{P_{G\max} - 93.35\text{MW}}{P_{3\max}} \times 100\% = \frac{175\text{MW} - 93.35\text{MW}}{63.65\text{MW}} \times 100\% > 100\%$$

$$\beta = \frac{Q_{G\max} - 63.41\text{Mvar}}{Q_{3\max}} \times 100\% = \frac{127.74\text{Mvar} - 63.41\text{Mvar}}{43.06\text{Mvar}} \times 100\% > 100\%$$

故现在发电厂能完全提供三类负荷的有功功率和无功功率的供给。

假设发电厂带最大负荷时一台机组故障后，假设故障机组为容量为 50MW 的发电机，那么：

发电厂发出的总有功功率为：

$$P_{G\max} = 25 \times 6 = 150\text{MW}$$

发电厂发出的总无功功率为：

$$Q_{G\max} = 25 \times 6 \times \tan\phi =$$

显然，由表 6 的数据可知：

$$P_{G\max} = 150\text{MW} >$$

$$Q_{G\max} \Rightarrow$$

故现在发电厂能保证一二类负荷的供电。

关于三类负荷的供电：

$$\alpha = \frac{P_{G\max} - 93.35\text{MW}}{P_{3\max}} \times 100\% = \frac{175\text{MW} - 93.35\text{MW}}{63.65\text{MW}} \times 100\% > 100\%$$

$$\beta = \frac{Q_{G\max} - 63.41\text{Mvar}}{Q_{3\max}} \times 100\% = \frac{112.5\text{Mvar} - 63.41\text{Mvar}}{43.06\text{Mvar}} \times 100\% > 100\%$$

故现在发电厂能保证三类负荷 89%的有功负荷，并能完全提供三类负荷的无功功率供给。

3. 确信电力系统的接线图

. 网络电压品级的确信

依照设计任务书的要求，网络的电压品级取 110kV。

. 网络接线方案初步比较

依照设计任务书所给的发电厂和变电站的地理位置设计出 4 种网络接线方案，从供电靠得住性、线路总长度、开关数量、继电爱惜整定的难易程度等几个方面选择出两种较优的方案，用来进行后面的精准比较。

注：各个初选方案应画图说明。

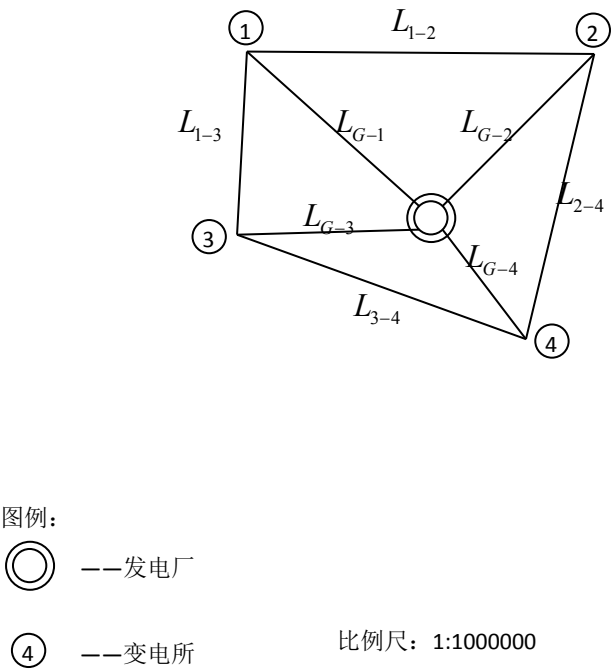


图 2 发电厂和变电所距离计算

测得：

$$L_{G-1} = 35km \quad L_{G-2} = 35km \quad L_{G-3} = 35km \quad L_{G-4} = 35km$$

$$L_{1-2} = 35km \quad L_{1-3} = 35km \quad L_{2-4} = 35km \quad L_{3-4} = 35km$$

方案一

如图，以发电厂为中心，向各个变电所呈辐射状供电。考虑到提高供电靠得住性的要求，采纳双回路供电。网络线路总长度为 246km，开关数量为 16 个。

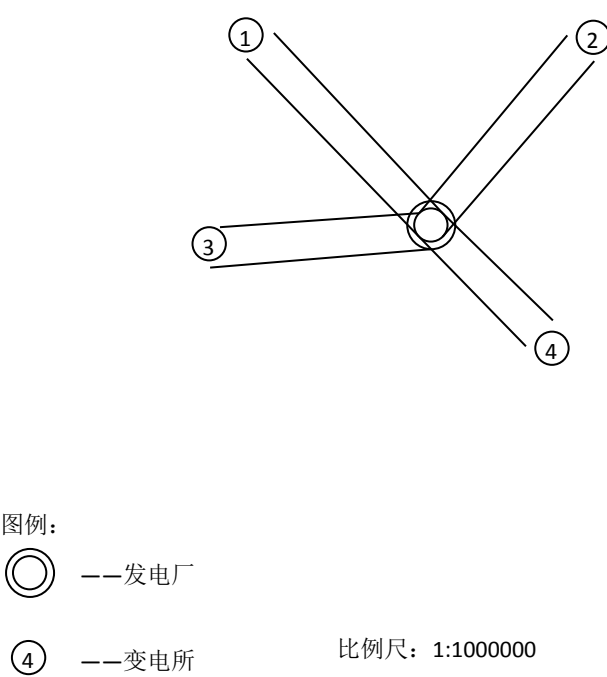
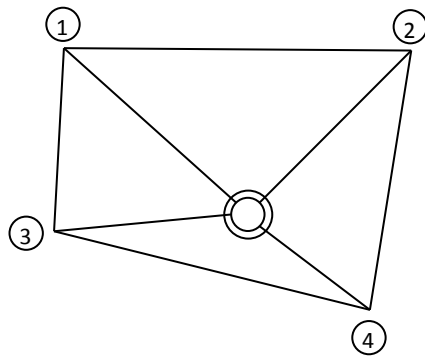


图 3 网络接线方案一

方案二

考虑到电压降落和供电靠得住性，别离对每一个供电所采纳了有备用的环网供电，如下图，线路总长度为 287km，开关数量为 16 个。



图例:

⊙ — 发电厂

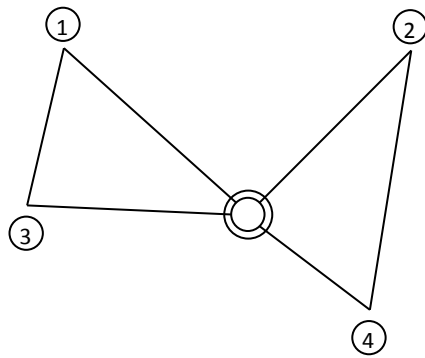
④ — 变电所

比例尺: 1:1000000

图 4 网络接线方案二

方案三

在方案二的基础上，为了减少线路的总投资，省去连接变电所（1）和变电所（2），变电所（3）和变电所（4）的线路，如图，线路总长度为 193km，开关数量为 12 个。



图例:

⊙ — 发电厂

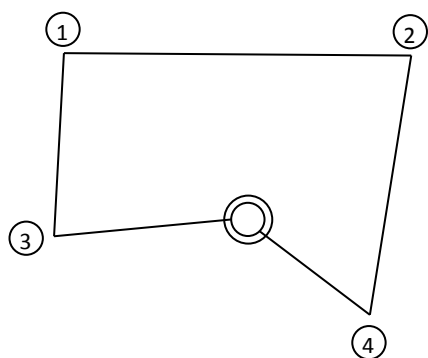
④ — 变电所

比例尺: 1:1000000

图 5 网络接线方案三

方案四

进一步减少线路投资，将发电厂和四个变电所连成环网，如图，线路总长度仅为 171km，开关数量仅为 10 个。



图例：

⊙ ———发电厂

④ ———变电所

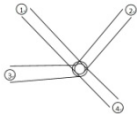
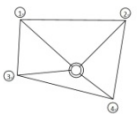
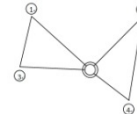
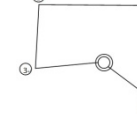
比例尺：1:1000000

图 6 网络接线方案四

方案初选

对照上述四个方案，有：

表 9 方案对照

项目	方案一	方案二	方案三	方案四
图例				
供电可靠性	方案二 > 方案三 > 方案一 > 方案四			
线路总长度 (km)	246	287	193	171
开关数量	16	16	12	10
继电保护整定的 难易程度	(难度) 方案二 > 方案三 > 方案四 > 方案一			

由以上分析，尽管方案四线路和开关设备投资有专门大的优势，可是其供电靠得住性是四种方案中最低的，而且在线路发生故障以后，例如连接变电所（3）和发电厂之间的线路发生故障时，变电所（3）的电压降落专门大，可能使得变电所（3）的电压水平不符合要求。

方案二尽管有很高的供电靠得住性，可是线路和开关设备的投入是最大的，而且其继保的整

定超级困难，系统运行调度也有专门大的困难。

方案一中，线路的投资例如案四少，且继保的整定是最容易的，方案三线路和开关设备的投资仅次于方案四，且供电靠得住性仅次于方案二，继保的整定的相较方案二容易。

综上所述，能够令方案一和方案三作为初选方案。

． 网络接线方案精准比较

按电力设计手册，当负荷的年最大利用小时数达到 5000 小时以上时，钢芯铝绞线的经济电流密度取 $J=\text{mm}^2$ ，在高压区域电力网，用经济电流密度法选择导线截面，用发烧校验。因本设计是 110kv 及以上电压品级，为了幸免电晕损耗，导线截面不该小于 LGJ-70。有关数据综合如下：

表 10 导线参考资料

导线 截面	载流量（A）	$r(\Omega/\text{km})$	$X(\Omega/\text{km})$	导线投资 （万元）	线路综合 投资（万元）
LGJ-70	275				
LGJ-95	335				
LGJ-120	380				
LGJ-150	445				
LGJ-185	515				

LJ-240	610				
LJ-300	710				
LJ-400	898			2	4

对初选出来的两个方案别离作如下的计算比较：

潮流估算

由于后面选择导线截面积时需考虑必然的裕度，故此处潮流计算时可不考虑网损。

a. 负荷计算

表 11 负荷计算

项目	发电厂(A)	变电所(1)	变电所(2)	变电所(3)	变电所(4)
最大负荷（MW）	20	37	34	40	26
最小负荷（MW）	11	19	18	21	14
最大负荷功率因数					
对应功率因数角	°	°	°	°	°
最小负荷功率因数					
对应功率因数角	°	°	°	°	°

由上表可知：
关于发电厂：

$$S_{Gmax}=20+j20\times^{\circ}=20+●$$

$$S_{Gmin}=11+j11\times^{\circ}=11+●$$

关于变电所（1）：

$$S_{1max}=37+j37\times^{\circ}=37+●$$

$$S_{1min}=19+j19\times^{\circ}=19+●$$

关于变电所（2）：

$$S_{2max}=34+j34\times^{\circ}=34+●$$

$$S_{2min}=18+j18\times^{\circ}=18+●$$

关于变电所（3）：

$$S_{3max}=40+j40\times^{\circ}=40+●$$

$$S_{3min}=21+j21\times^{\circ}=21+●$$

关于变电所（4）：

$$S_{4\max}=26+j26\times^{\circ}=26+\bullet$$

$$S_{4\min}=14+j14\times^{\circ}=14+\bullet$$

b. 线路传输功率

关于方案一：

$$S_{G-1\max}=S_{1\max}=37+\bullet$$

$$S_{G-1\min}=S_{1\min}=19+\bullet$$

$$I_{G-1\max}=\left|\frac{S_{G-1\max}}{\sqrt{3}U}\right|=$$

$$S_{G-2\max}=S_{2\max}=34+\bullet$$

$$S_{G-2\min}=S_{2\min}=18+\bullet$$

$$I_{G-2\max}=\left|\frac{S_{G-2\max}}{\sqrt{3}U}\right|=$$

$$S_{G-3\max}=S_{3\max}=40+\bullet$$

$$S_{G-3\min}=S_{3\min}=21+\bullet$$

$$I_{G-3\max}=\left|\frac{S_{G-3\max}}{\sqrt{3}U}\right|=$$

$$S_{G-4\max}=S_{4\max}=26+\bullet$$

$$S_{G-4\min}=S_{4\min}=14+\bullet$$

$$I_{G-4\max}=\left|\frac{S_{G-4\max}}{\sqrt{3}U}\right|=$$

关于**方案三**（假设电力网络线路的阻抗近似相等）：

在 G-1-3 环网，有：

$$S_{G-1\max}=\frac{S_{1\max}\times(L_{G-3}+L_{1-3})+S_{3\max}\times L_{G-3}}{L_{G-3}+L_{1-3}+L_{G-1}}=+\bullet$$

$$S_{G-1\min} = \frac{S_{1\min} \times (L_{G-3} + L_{1-3}) + S_{3\min} \times L_{G-3}}{L_{G-3} + L_{1-3} + L_{G-1}} = + \bullet$$

$$I_{G-1\max} = \left| \frac{S_{G-1\max}}{\sqrt{3}U} \right| =$$

$$S_{G-3\max} = \frac{S_{3\max} \times (L_{G-1} + L_{1-3}) + S_{1\max} \times L_{G-1}}{L_{G-3} + L_{1-3} + L_{G-1}} = + \bullet$$

$$S_{G-3\min} = \frac{S_{3\min} \times (L_{G-1} + L_{1-3}) + S_{1\min} \times L_{G-1}}{L_{G-3} + L_{1-3} + L_{G-1}} = + \bullet$$

$$I_{G-3\max} = \left| \frac{S_{G-3\max}}{\sqrt{3}U} \right| =$$

$$S_{3-1\max} = S_{G-3\max} - S_{3\max} = \bullet S_{3-1\min} S_{G-3\min} S_{3\min} \bullet I_{3-1\max} \left| \frac{S_{3-1\max}}{\sqrt{3}U} \right| \text{同理, 在 G-2-4 环}$$

网有:

$$S_{G-2\max} = \frac{S_{2\max} \times (L_{G-4} + L_{2-4}) + S_{4\max} \times L_{G-4}}{L_{G-4} + L_{2-4} + L_{G-2}} = + \bullet$$

$$S_{G-2\min} = \frac{S_{2\min} \times (L_{G-4} + L_{2-4}) + S_{4\min} \times L_{G-4}}{L_{G-4} + L_{2-4} + L_{G-2}} = + \bullet$$

$$I_{G-2\max} = \left| \frac{S_{G-2\max}}{\sqrt{3}U} \right| =$$

$$S_{G-4\max} = \frac{S_{4\max} \times (L_{G-2} + L_{2-4}) + S_{2\max} \times L_{G-2}}{L_{G-4} + L_{2-4} + L_{G-2}} = + \bullet$$

$$S_{G-4\min} = \frac{S_{4\min} \times (L_{G-2} + L_{2-4}) + S_{2\min} \times L_{G-2}}{L_{G-4} + L_{2-4} + L_{G-2}} = + \bullet$$

$$I_{G-4\max} = \left| \frac{S_{G-4\max}}{\sqrt{3}U} \right| =$$

$$S_{4-2\max} = S_{G-4\max} - S_{4\max} = + \bullet$$

$$S_{4-2\min} = S_{G-4\min} - S_{4\min} = + \bullet$$

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/435300121142011221>