

工厂供电课程设计示例

一、设计任务书（示例）

（一）设计题目

XX 机械厂降压变电所的电气设计

（二）设计要求

要求根据本厂所能取得的电源及本厂用电负荷的实际情况，并适当考虑到工厂的发展，按照安全可靠、技术先进、经济合理的要求，确定变电所的位置和型式，确定变电所主变压器的台数、容量与类型，选择变电所主接线方案及高低压设备和进出线，确定二次回路方案，选择整定继电保护，确定防雷和接地装置。最后按要求写出设计说明书，绘出设计图纸。

（三）设计依据

1、工厂总平面图，如图 11-3 所示

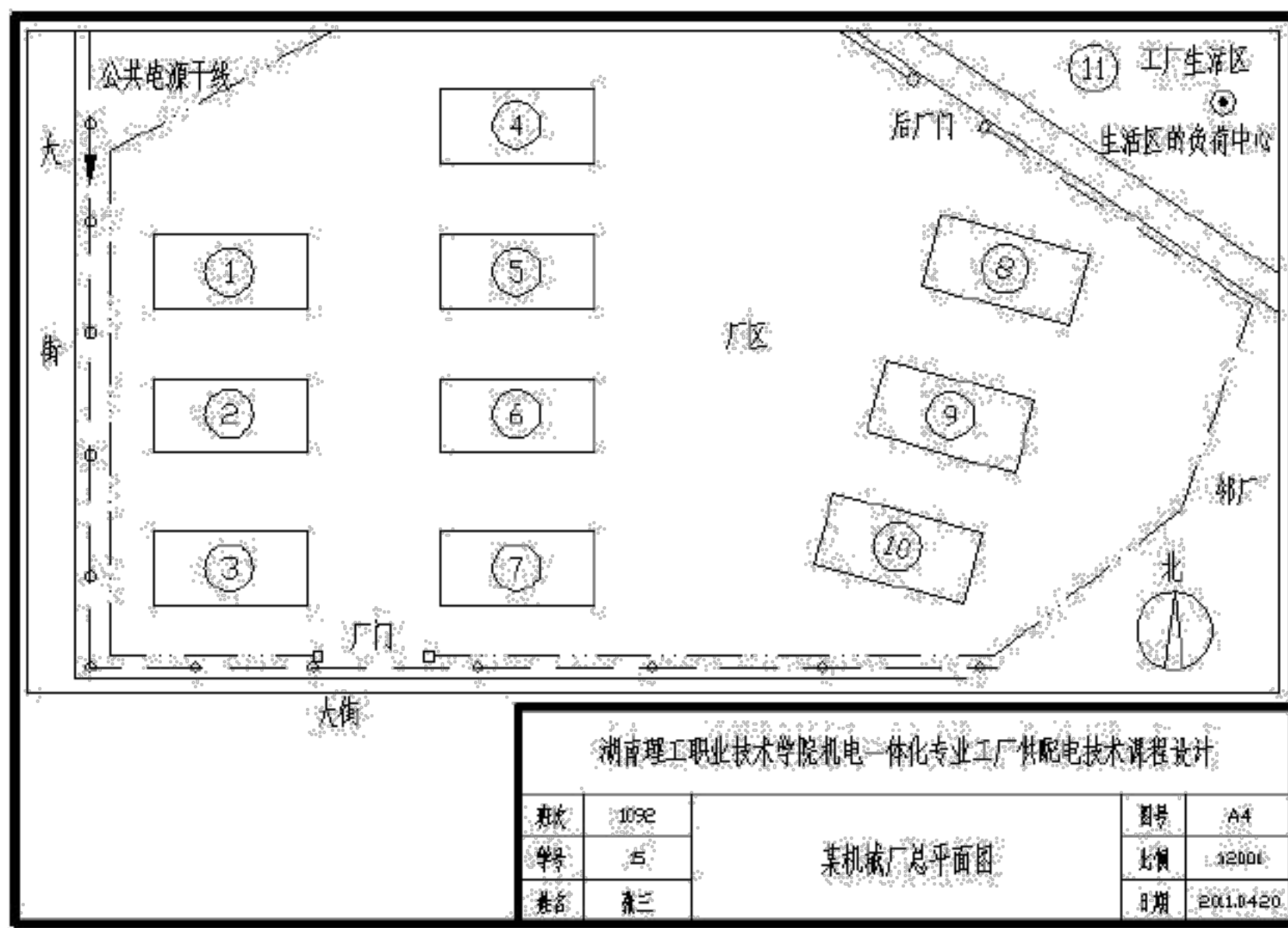


图11-3 某机械厂总平面图

2、工厂负荷情况 本厂多数车间为两班制，年最大负荷利用小时为 4600 h ，日最大负荷持续时间为 6 h 。该厂除铸造车间、电镀车间和锅炉房属于二级负荷外，其余均属于三级负荷。低压动力设备均为三相，额定电压为 380 伏。电气照明及家用电器均为单相，额定电压为 220 伏。本厂的负荷统计资料如表 11-3 所示。

表 11-3 工厂负荷统计资料（示例）

厂房编号	厂房名称	负荷类别	设备容量 (KW)	需要系数 Kd	功率因数 cosφ	P_{30} (KW)	Q_{30} (Kvar)	S_{30} (KVA)	I_{30} (A)
1	铸造车间	动力	300	0.3	0.7				
		照明	6	0.8	1.0				
2	锻压车间	动力	350	0.3	0.65				
		照明	8	0.7	1.0				

7	金工车间	动力	400	0.2	0.65				
		照明	10	0.8	1.0				
6	工具车间	动力	360	0.3	0.6				
		照明	7	0.9	1.0				
4	电镀车间	动力	250	0.5	0.8				
		照明	5	0.8	1.0				
3	热处理 车间	动力	150	0.6	0.8				
		照明	5	0.8	1.0				
9	装配车间	动力		0.3	0.70				
		照明	6	0.8	1.0				
10	机修车间	动力	160	0.2	0.65				
		照明	4	0.8	1.0				
8	锅炉房	动力	50	0.7	0.8				
		照明	1	0.8	1.0				
5	仓库	动力	20	0.4	0.8				
		照明	1	0.8	1.0				
11	生活区	照明	350	0.7	0.9				
合计									

3、供电电源情况 按照工厂与当地供电部门签定的供用电合同规定，本厂可由附近一条 10KV 的公用电源干线取得工作电源。该干线的走向参看工厂总平面图。该干线的导线型号为 LGJ-150，导线为等边三角形排列，线距为 2 m；干线首端（即电力系统的馈电变电站）距离本厂约 8 km。干线首端所装设的高压断路器断流容量为 500 MVA。此断路器配备有定时限过电流保护和电流速断保护，定时限过电流保护整定的动作时间为 1.7 s。为满足工厂二级负荷的要求，可采用高压联络线由邻近单位取得备用电源。已知与本厂高压侧有电气联系的架空线路总长度为 80 km，电缆线路总长度为 25 km。

4、气象资料 本厂所在地区的年最高气温为 38°C，年平均气温为 23°C，年最低气温为 -8°C，年最热月平均最高气温为 33°C，年最热月平均气温为

26 °C，年最热月地下 0.8m 处平均温度为 25°C，当地主导风向为 东北风，年雷暴日数为 20。

5、地质水文资料 本厂所在地区平均海拔 500 m，地层土质以 砂粘土为主，地下水水位为 2 m。

6、电费制度 本厂与当地供电部门达成协议，在工厂变电所的高压侧计量电能，设专用计量柜，按两部电费制交纳电费。每月基本电费按主变压器容量计为 18 元/KVA，动力电费为 0.2 元/KW·h.，照明（含家电）电费为 0.5 元/KW·h.。工厂最大负荷时的功率因数不得低于 0.9。此外，电力用户需按新装变压器容量计算，一次性地向供电部门交纳供电贴费：6~10KV 为 800 元/KVA。

（四）设计任务

1、设计说明书 需包括：

- 1) 前言
- 2) 目录
- 3) 负荷计算和无功补偿
- 4) 变电所位置和型式的选择
- 5) 变电所主变压器台数、容量与类型的选择
- 6) 变电所主接线方案的设计
- 7) 短路电流的计算
- 8) 变电所一次设备的选择与校验

9) 变电所进出线的选择与校验

10) 变电所二次回路方案的选择及继电保护的整定

11) 防雷保护和接地装置的设计

12) 附录——参考文献

2、设计图纸 需包括

1) 变电所主接线图 1 (A2 图纸)。

2) 变电所平、剖面图 1 (A2 图纸)*。

3) 其他, 如某些二次回路接线图等*。

注: 标*号者为课程设计时间为两周增加的设计图纸。

(五)设计时间

自 _____ 年 _____ 月 _____ 日至 _____ 年 _____ 月 _____ 日 (2 周)

二、设计说明书（示例）

前言（略）

目录（略）

（一）负荷计算和无功补偿

1、负荷计算 各厂房和生活区的负荷计算如表 11-4 所示。

表 11-4 XX 机械厂负荷计算表

编号	名称	类别	设备容量				计算负荷			
			$P_e/(KW)$	Kd	$\cos\varphi$	$\tan\varphi$	$P_{30}/(KW)$	$Q_{30}/(Kv ar)$	$S_{30}/(KVA)$	$I_{30}/(A)$
1	铸造车间	动力	300	0.3	0.7	1.02	90	91.8	—	—
		照明	6	0.8	1.0	0	4.8	0	—	—
		小计	306	—			94.8	91.8	132	201
2	锻压车间	动力	350	0.3	0.65	1.17	105	123	—	—
		照明	8	0.7	1.0	0	5.6	0	—	—
		小计	358	—			110.6	123	165	251
3	热处理	动力	150	0.6	0.8	0.75	90	67.5	—	—

	理 车间	照明	5	0.8	1.0	0	4	0	—	—
		小计	155	—			94	67.5	116	176
4	电镀 车间	动力	250	0.5		0.75	125	93.8	—	—
		照明	5	0.8		0	4	0	—	—
		小计	255	—			129	93.8	160	244
5	仓库	动力	20	0.4	0.8	0.75	8	6	—	—
		照明	1	0.8	1.0	0	0.8	0	—	—
		小计	21	—			8.8	6	10.7	16.2
6	工具 车间	动力	360	0.3	0.6	1.33	108	144	—	—
		照明	7	0.9	1.0	0	6.3	0	—	—
		小计	367	—			114.3	144	184	280
7	金工 车间	动力	400	0.2	0.65	1.17	80	93.6	—	—
		照明	10	0.8	1.0	0	8	0	—	—
		小计	410	—			88	93.6	128	194
8	锅炉 房	动力	50	0.7	0.8	0.75	35	26.3	—	—
		照明	1	0.8	1.0	0	0.8	0	—	—
		小计	51	—			35.8	26.3	44.4	67
9	装配 车间	动力		0.3	0.70	1.02	54	55.1	—	—
		照明	6	0.8	1.0	0	4.8	0	—	—
		小计		—			58.8	55.1	80.6	122
10	机修 车间	动力	160	0.2	0.65	1.17	32	37.4	—	—
		照明	4	0.8	1.0	0	3.2	0	—	—
		小计	164	—			35.2	37.4	51.4	78
11	生活 区	照明	350	0.7	0.9	0.48	245	117.6	272	413
总计 (380V 侧)	动力	2220					1015.3	856.1	—	—
	照明	403								
	计入	$K_{\Sigma p} = 0.8$					0.75	812.2	727.6	1090
		$K_{\Sigma q} = 0.85$								

2、无功功率补偿 由表 11-4 可知，该厂 380V 侧最大负荷时的功率因数只有 0.75。而供电部门要求该厂 10KV 侧最大负荷时的功率因数不应低于 0.9。考虑到主变压器的无功损耗远大于有功损耗，因此 380V 侧最大负荷时的功率因数应稍大于 0.9，暂取 0.92 来计算 380V 侧所需无功功率补偿容量：

$$Q_c = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 812.2 [\tan(\arccos 0.75) - \tan(\arccos 0.92)]$$

kvar=370 kvar

参照图 2-6，选 PGJ1 型低压自动补偿屏*，并联的日期为 BW0.4-14-3 型，采用其方案 1（主屏）1 台与方案 3（辅屏）4 台相组合，总容量 $84 \text{ kvar} \times 5 = 420 \text{ kvar}$ 。

因此，无功补偿后工厂 380V 侧和 10KV 侧的负荷计算如表 11-5 所示。[注：补偿屏*型式甚多，有资料的话，可以选择其他型式]

表 11-5 无功补偿后工厂的计算负荷

项 目	cosφ	计算负荷			
		P _{30/(KW)}	Q _{30/(Kvar)}	S _{30/(KVA)}	I _{30/(A)}
380V 侧补偿前负荷	0.75	812.2	727.6	1090	1656
380V 侧无功补偿容量			- 420		
380V 侧补偿后负荷	0.935	812.2	307.6	868.5	1320
主变压器功率损耗		0.015s30=13	0.06 s30=52		
10KV 侧负荷总计	0.92	825.2	359.6	900	52

(二) 变电所位置和型式的选择

变电所的位置应尽量接近工厂的负荷中心。工厂的负荷中心按负荷功率矩法来确定，计算公式为式 (3-2) 和式 (3-3)。限于本书篇幅，计算过程从略。（说明，学生设计，不能“从略”，下同。）

$$x = \frac{P_{11}x_1 + P_{22}x_2 + P_{33}x_3 + \Lambda \sum_i (P_i x_i)}{P_1 + P_2 + P_3 + \Lambda \sum_i P_i} \quad (3-2)$$

$$y = \frac{P_{11}y_1 + P_{22}y_2 + P_{33}y_3 + \Lambda \sum_i (P_i y_i)}{P_1 + P_2 + P_3 + \Lambda \sum_i P_i} \quad (3-3)$$

由计算结果可知，工厂的负荷中心在 5 号厂房（仓库）的东南角（参看图 11-3）。考虑到周围环境及进出线方便，决定在 5 号厂房（仓库）的东侧紧靠厂

房建造工厂变电所，其型式为附设式。

(三) 变电所主变压器及主接线方案的选择

1、变电所主变压器的选择 根据工厂的负荷性质和电源情况，工厂变电所的主

主

变压器考虑有下列两种可供选择的方案：

(1) 装设一台主变压器 型号采用 S9 型，而容量根据式 (3-4)，选

$S_{NT} = 1000\text{kVA} > S_{30} = 900\text{kVA}$ ，即选一台 S9-1000/10 型低损耗配电变压器。至于

工厂二级负荷所需的备用电源，考虑由与邻近单位相联的高压联络线来承担。

(2) 装设两台主变压器 型号亦采用 S9 型，而每台变压器容量按式 (3-5) 和式 (3-6) 选择，即

$$S_{NT} \approx (0.6 \sim 0.7) \times 900\text{KVA} = (540 \sim 630)\text{KVA}$$

且 $S_{NT} \geq S_{30(\text{II})} = (132 + 160 + 44.4)\text{KVA} = 336.4\text{KVA}$

因此选两台 S9-630/10 型低损耗配电变压器。工厂二级负荷所需的备用电源，亦由与邻近单位相联的高压联络线来承担。

主变压器的联结组均采用 Yyn0。

2、变电所主接线方案的选择 按上面考虑的两种主变压器方案可设计下列两种

主接线方案：

(1) 装设一台主变压器的主接线方案 如图 11-5 所示（低压侧主接线从略）。

(2) 装设两台主变压器的主接线方案 如图 11-6 所示（低压侧主接线从略）。

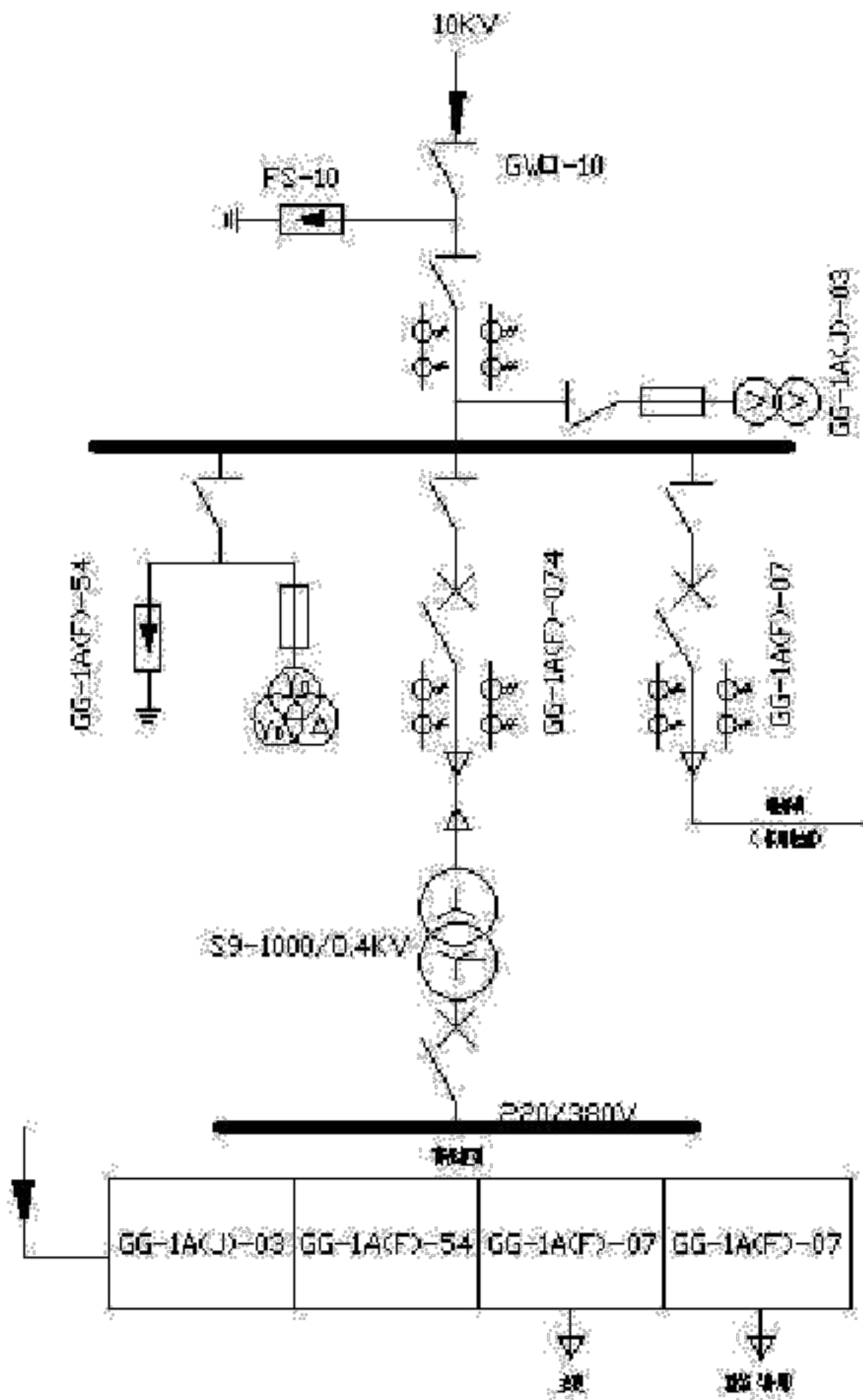


图 11-5 装设一台主变压器的主接线方案（附高压柜列图）

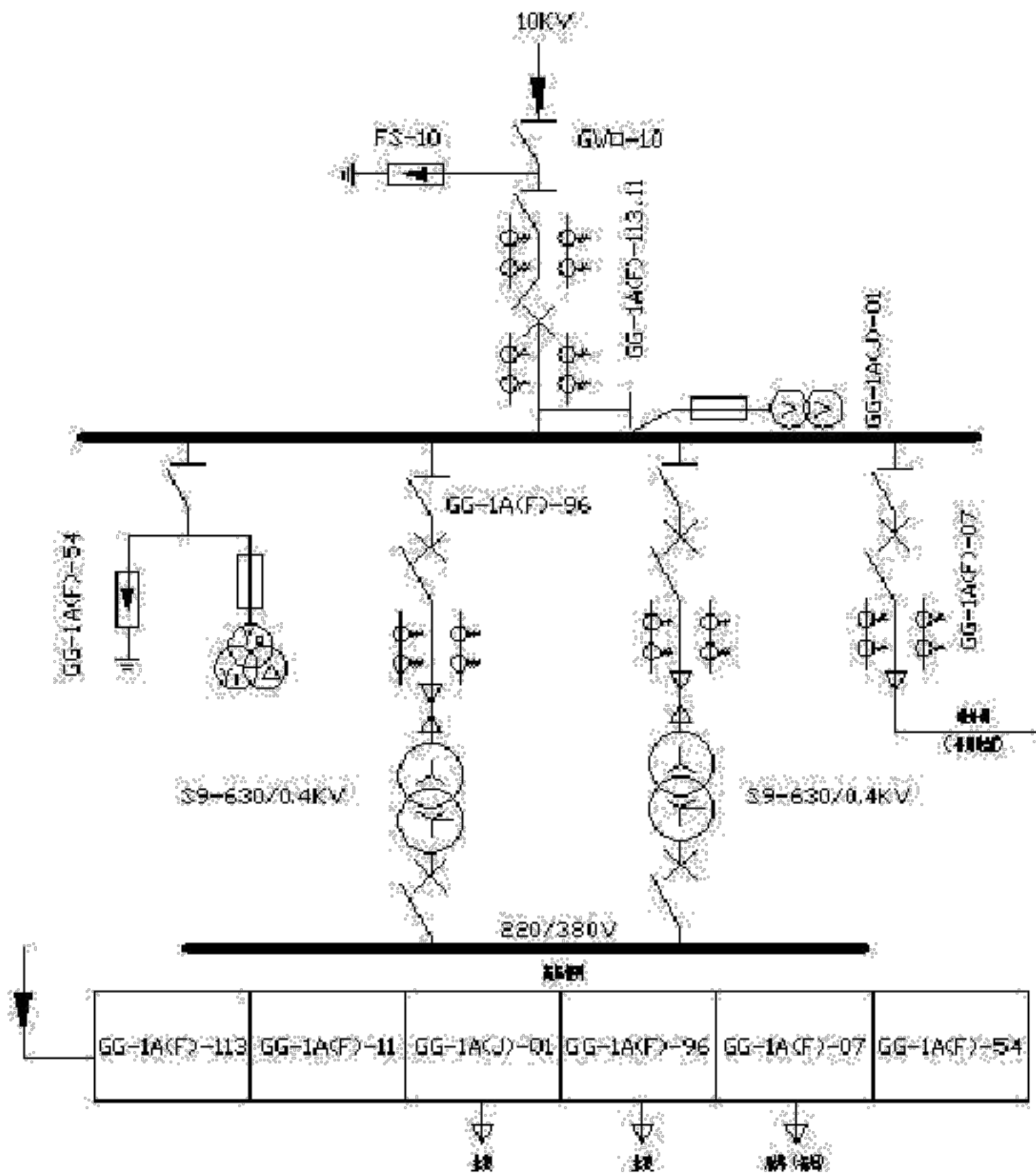


图 11-5 装设两台主变压器的主接线方案（附高压柜列图）

3、两种主接线方案的技术经济比较 如表 11-6 所示。

表 11-6 两种主接线方案比较

比较项目		装设一台主变方案（见图 11-5）	装设两台主变方案（见图 11-6）
技术指标	供电安全性	满足要求	满足要求
	供电可靠性	基本满足要求	满足要求
	供电质量	由于一台主变，电压损耗较大	由于两台主变并列，电压损耗略小
	灵活方便性	只一台主变，灵活性稍差	由于两台主变，灵活性较好
	扩建适应性	稍差一些	更好一些
经济	电力变压器	由表 3-1 查得 S9-1000/10 的单价	由表 3-1 查得 S9-630/10 的单价

经济指标	的综合投资额	价约为 15.1 万元，而由表 4-1 查得变压器综合投资约为其单价的 2 倍，因此其综合投资约为 2×15.1 万元=30.2 万元	约为 10.5 万元，因此两台变压器的综合投资约为 4×10.5 万元=42 万元，比一台主变方案多投资 11.8 万元
	高压开关柜（含计量柜）的综合投资额	由表 4-10 查得 GG-1A(F)型柜每台 4 万元计，而由表 4-1 知，其综合投资可按设备单价的 1.5 倍计，因此高压开关柜的综合投资约为 $4 \times 1.5 \times 4$ 万元=24 万元	本方案采用 6 台 GG-1A(F)型柜，其综合投资约为 $6 \times 1.5 \times 4$ 万元=36 万元，比一台主变方案多投资 2 万元
	电力变压器和高压开关柜的年运行费用	按表 4-2 规定计算，主变的折旧费= 30.2 万元 $\times 0.05=1.51$ 万元；高压开关柜的折旧费 = 24 万元 $\times 0.06=1.44$ 万元；变配电设备的维修管理费用 = $(30.2+24)$ 万元 $\times 0.06=3.25$ 万元；因此，主变和高压开关设备的折旧费和维修管理费用 = $(1.51+1.44+3.25)$ 万元=6.2 万元（其余从略）	主变的折旧费 = 42 万元 $\times 0.05=2.1$ 万元；高压开关柜的折旧费 = 36 万元 $\times 0.06=2.16$ 万元；变配电设备的维修管理费用 = $(42+36)$ 万元 $\times 0.06=4.68$ 万元；因此，主变和高压开关设备的折旧费和维修管理费用 = $(2.1+2.16+4.68)$ 万元=8.94 万元，比一台主变方案多耗资 2.74 万元
	供电贴费	按主变容量每 KVA900 元计，供电贴费 = $1000\text{KVA} \times 0.09$ 万元 /KVA=90 万元	供电贴费= $2 \times 630\text{KVA} \times 0.09$ 万元/KVA=113.4 万元，比一台主变方案多交 23.4 万元

从上表可以看出，按技术指标，装设两台主变的主接线方案（见图 11-6）略优于装设一台主变的主接线方案（见图 11-5），但按经济指标，则装设一台主变的主接线方案优于装设两台主变的主接线方案，因此决定采用装设一台主变的主接线方案（见图 11-5）。（说明：如果工厂负荷近期可有较大增长的话，则宜采用装设两台主变的主接线方案。）

（四）短路电流的计算

1、绘制计算电路 如图 11-7 所示

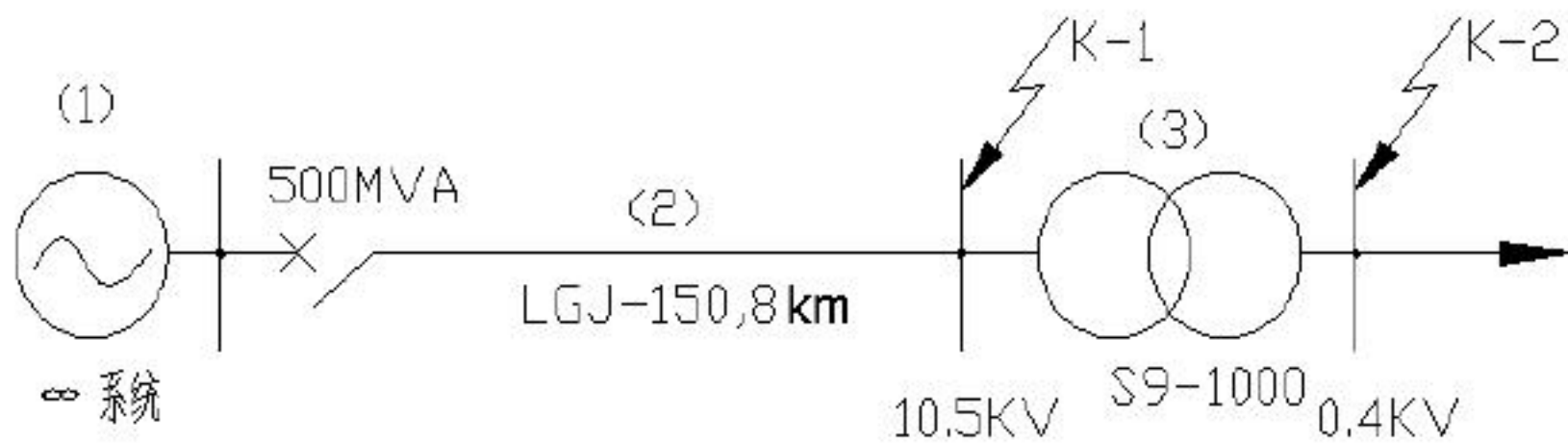


图 11-7 短路计算电路

2、确定短路计算基准值，

设 $S_d = 100\text{MVA}$ ， $U_d = U_c = 1.05U_N$ ，即高压侧 $U_{d1} = 10.5\text{KV}$ ，低压侧 $U_{d2} = 0.4\text{KV}$ ，

则

$$I_{d1} = \frac{S_d}{\sqrt{3}U_{d1}} = \frac{100\text{MVA}}{\sqrt{3} \times 10.5\text{KV}} = 5.5\text{KA}$$

$$I_{d2} = \frac{S_d}{\sqrt{3}U_{d2}} = \frac{100\text{MVA}}{\sqrt{3} \times 0.4\text{KV}} = 144\text{KA}$$

3、计算短路电路中各主要元件的电抗标么值。

(1) 电力系统 已知 $S_{oc} = 500\text{MVA}$ ，故

$$X_1^* = 100\text{MVA} / 500\text{MVA} = 0.2$$

(2) 架空线路 查表 8-37 得 LGJ-150 的 $X_0 = 0.36\Omega / \text{KM}$ ，而线路长 8km，故

$$X_2^* = (0.36 \times 8)\Omega \times 100\text{MVA} / (10.5\text{KV})^2 = 2.6$$

(3) 电力变压器 查表 3-1，得 $U\% = 4.5$ ，故

$$X_3^* = \frac{4.5}{100} \times \frac{100\text{MVA}}{1000\text{KVA}} = 4.5$$

因此，短路计算等效电路图如图 11-8 所示。

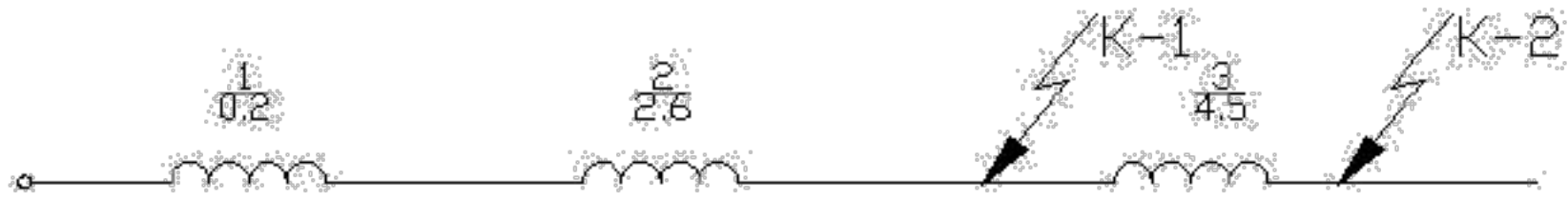


图 11-8 短路计算等效电路

4、计算 k-1 点（10.5KV 侧）的短路电路总电抗及三相短路电流和短路容量：

(1) 总电抗标么值

$$X_{\Sigma(k-1)}^* = X_{12}^* + X_{12}^* = 0.2 + 2.6 = 2.8$$

(2) 三相短路电流周期分量有效值

$$I_{k-1}^{(3)} = \frac{I_{d1}}{X_{\Sigma(k-1)}^*} = \frac{5.5\text{KA}}{2.8} = 1.96\text{KA}$$

(3) 其他短路电流

$$I'_{\infty(3)} = I_{\infty(3)} = I_{k-1}^{(3)} = 1.96\text{KA}$$

$$i_{sh(3)} = 2.55 \times 1.96 = 5.0\text{KA} \quad I_{sh(3)} = 1.51 \times 1.96 = 2.96\text{KA}$$

(4) 三相短路容量

$$S_{k-1}^{(3)} = \frac{S_d}{X_{\Sigma(k-1)}^*} = \frac{100\text{MVA}}{2.8} = 35.7\text{MVA}$$

5、计算 k-2 点（0.4KV 侧）的短路电路总电抗及三相短路电流和短路容量：

(1) 总电抗标么值

$$X_{\Sigma(k-2)}^* = X_{12}^* + X_{12}^* + X_3^* = 0.2 + 2.6 + 4.5 = 7.3$$

(2) 三相短路电流周期分量有效值

$$I_{k-2}^{(3)} = \frac{I_{d2}}{X_{\Sigma(k-2)}^*} = \frac{144\text{KA}}{7.3} = 19.7\text{KA}$$

(3) 其他短路电流

$$I'_{\infty(3)} = I_{\infty(3)} = I_{k-2}^{(3)} = 19.7\text{KA}$$

$$i_{sh(3)} = 1.84 \times 19.7 = 36.2\text{KA} \quad I_{sh(3)} = 1.09 \times 19.7 = 21.5\text{KA}$$

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/447134150163006165>