

西南民族大学

本科生毕业设计(论文)

题目: 某商住楼供配电系统设计

The design of power supply and distribution system for
a commercial lives building

教学单位 电气信息工程学院

姓 名 _____

学 号 _____

年 级 _____

专 业 电气工程及其自动化

指导教师 _____

职 称 _____

2013年5月10日

摘 要

本工程是对地下一层，地上十七层的商住楼供配电系统进行全面设计，保证系统安全、可靠、优质、经济地运行，必须遵守国家的有关规定及标准，执行国家的有关方针政策，包括节约能源，节约有色金属等技术经济政策。

设计内容主要包括供配电系统的主结线，供配电方式的确定，供配电系统负荷计算，短路电流计算，高低压系统主要电气设备的选择，防雷接地，完成供配电系统部分的图纸（高低压系统图、主结线图）。

关键词：负荷计算、短路电流计算、防雷接地。

Abstract

The project is on the floor, a comprehensive design of power supply and distribution system, seventeen on the ground floor of the building, to ensure the system security, reliability, quality, economic operation, must abide by the relevant regulations and standards of the state, the implementation of the relevant national policies, including saving energy, saving non-ferrous metals and other technical and economic policy.

The design content mainly includes main junction of power supply and distribution system, determine the power supply, power supply and distribution system load calculation, short-circuit current calculation, the main electrical equipment the main of high and low voltage system selection, lightning protection and grounding of power supply and distribution system, complete the part drawings (high and low voltage system diagram, the main wiring diagram).

Keyword: Load calculation, short-circuit electric current calculation, grounding for lightning.

目 录

摘 要.....	1
Abstract.....	2
第 1 章 绪论.....	5
1.1 工程概况.....	5
1.2 设计依据.....	5
1.3 设计目的.....	5
1.4 建筑电气发展趋势.....	5
第 2 章 主结线设计.....	7
2.1 负荷对供配电的要求.....	7
2.2 主结线.....	7
2.3 主结线设计图.....	8
第 3 章 负荷计算.....	9
3.1 负荷分级.....	9
3.2 负荷数据.....	9
3.3 负荷计算.....	10
3.3.1 负荷计算主要公式.....	10
3.3.2 变压器低压侧负荷计算.....	12
3.3.3 变压器高压负荷计算.....	14
第 4 章 短路电流计算.....	16
4.1 短路种类.....	16
4.2 主要公式.....	16
4.3 变压器短路电流计算.....	16
4.3.1 变压器高压侧短路电流计算.....	16
4.3.2 变压器低压侧短路电流计算.....	18
第 5 章 主要电气设备的选择校验.....	21
5.1 高压断路器的选择及校验.....	21
5.1.1 对高压断路器的校验.....	21
5.1.2 对高压断路器的校验.....	21
5.1.3 高压断路器选择参数.....	21
5.2 低压断路器的选择及校验.....	21
5.2.1 低压断路器的选择及校验.....	21
5.2.2 低压断路器的选择参数.....	22
5.3 电缆截面面积的选择及校验.....	22
5.4 母线的选择及校验.....	24
5.5 电流互感器的选择及校验.....	24
5.5.1 电流互感器的选择.....	24
5.5.2 电流互感器的校验.....	25
5.6 隔离开关的选择.....	26
5.7 中压成套配电装置.....	27
5.8 低压成套配电装置.....	27
第 6 章 防雷接地.....	28
6.1 建筑物防雷类别的确定.....	28
6.2 建筑物防雷措施.....	28
6.3 建筑物外部防雷装置的布置.....	28

6.4	雷电过电压保护设计.....	28
6.4.1	高压电气装置过电压保护设计.....	28
6.4.2	低压电气装置过电压保护设计.....	29
6.5	电气装置接地与等电位联结设计.....	29
6.5.1	电气装置的接地与接地电阻的要求.....	29
6.5.2	接地装置的设计.....	29
6.6	等电位联结设计.....	30
	参考文献.....	31
	附录.....	32
	致谢.....	35

第 1 章 绪论

1.1 工程概况

某商住楼，总 18 层，地上 17 层，地下 1 层。占地面积 1590 平方米，总建筑面积 27040.9 平方米，建筑物总高度为 60 米。年预计雷击次数 0.11 次，为二类防雷建筑物。地面一到二层为商场，三层以上均为住宅用房，地下层为设备层，变电所设在地下一层。

1.2 设计依据

《民用建筑电气设计规范》(GBJGJ-T16) 2008 版；

《民用建筑电气设计手册》2007 版；

《供配电系统设计规范》(GB50054) 2009 版；

《建筑物防雷设计规范》(GB50057-94) 2000 版。

1.3 设计目的

通过一个学期对建筑电气供配电系统的学习，使我对该课程有了初步的理解。明白了供配电设计中的一些基本要求和设计时的一些注意事项，同时还对供配电系统中根据实际情况进行设备选型有了大致了解。本次设计主要是针对供配电系统的全面的设计，首先是让我们了解整个系统设计的步骤，包括原始资料的整理与分析、负荷计算、变压器的选择和断路器的选择和整个供电系统图的设计；其次，是考察我们的思维方式，包括一些设备参数的选取和整个系统的供电质量的评定。设计目的可以总结成以下几点：

①巩固建筑电气供配电系统的理论知识；

②学习和掌握建筑电气部分设计的基本方法，学习和应用有关技术、经济政策、设计规范、规程和技术规定；

③培养我们独立分析和解决工程问题的能力及实际工程设计的基本技能；

④提高编写技术文件和制图的技能；

⑤是对我们设计小组的团结合作精神的考验，大家只有齐心协力才能更好的完成设计任务。

本次设计使我们更加透彻的了解并很好的掌握了课本的理论知识，理论和实践相结合，使我们的学习事半功倍。

1.4 建筑电气发展趋势

随着科学技术的飞速发展以及人民生活水平的不断提高,建筑电气正向着自动化、节能化、信息化、智能化方向发展。电气设备趋向小型化、易操作化、寿命长、免维护、可扩展,并且更加安全可靠。防止人身触电和火灾事故的措施更加完善。线路敷设方式更加灵活。供配电系统实现全面自动化。更加注重保护环境和节约能源,实现可持续发展。

第2章 主结线设计

2.1 负荷对供配电的要求

- ① 一级负荷：双电源末端切换。
- ② 一级负荷中特别重要负荷：双电源和完全独立的应急电源。
- ③ 二级负荷：双回路末端切换。
- ④ 三级负荷：对电源无特殊要求，一般单电源供电即可。^[1]

2.2 主结线

定义：主接线是指各种开关电器，电力变压器，母线，电力电缆或导线，移相电容器，避雷器等电气设备依一定次序相连接的接受和分配电能的电路。^[1]

① 主要元器件：

- a. 断路器(QF)：开关电器，能切除或投入正常负荷，并能切除故障回路。具有灭弧装置，断开时无明显可见断点。
- b. 负荷开关(QL)：开关电器，能切除或投入正常负荷，具有灭弧能力，断开时具有明显可见断点。
- c. 隔离开关(QS)：隔离电器，只能切除或投入空载或很小（几安）的负荷，断开时有明显可见断点，常与断路器配合使用。
- d. 熔断器(FU)：保护电器，专门用于切断过负荷较大的回路或短路回路。
- e. 电流互感器(TA)：电流变换器，隔离高电压，将大电流变小电流。
- f. 电压互感器(TV)：电压变换器，隔离高电压，将高电压变低电压。
- g. 避雷器(F)：防过电压侵入。
- h. 移相电容器(C)：作无功补偿。^[4]

② 单母线不分段结线：母线上侧位电源进线回路，下侧为向负荷供电的配出线回路。通常分两种情况：单进线回路（只有一种运行方式），双进线回路（双电源并列运行，双电源一用一备运行，电源一进一出运行三种运行方式）。

③ 单母线分段结线：母线用“断路器+隔离开关”分为两段或多段，通常用于两回路或多回路进线线路的情况。（通常有双电源并列运行，双电源分列运行和双电源一用一备运行三种运行方式）。

④ 桥式结线：也叫H形结线，用于有n回进线和n回出线的情况，常有二进二出或三进三出，主要用于中、高压系统。分内桥式结线（适合负荷变化不大）和外桥式结线（适合负荷变化大）。^[2]

⑤ 典型主结线形式：

- a. 向三级负荷供电的主结线——

一般变压器一次侧采用单元式结线，二次侧采用单母线结线，负荷较大时，许采用两台或多台变压器时，一次侧采用单母线不分段结线，二次侧采用单母线分段不联络的结线。

b. 向一、二级负荷供电的主结线——一般应有两回电源进线，此时变压器一二次侧均采用单母线分段结线。

c. 向特别重要负荷供电的主结线——二次侧仍采用单母线分段结线，但二次侧的母线分段方式可有多种。

d. 有多种应急电源向特别重要负荷供电的结线。

e. 变电站中压开关为“负荷开关+熔断器”的主结线。^[5]

2.3 主结线设计图

本工程高压供电应由区域变电站不同母线段引来两路10KV电源至高压配室，设计为单母线分段结线，因为有较大的一、二级负荷，设计为三台变压器，正常工作时，两路电源同时供电，变压器 T_1 、 T_2 之间的母联开关断开，变压器 T_1 、 T_2 正常供电，故障时，变压器 T_1 、 T_2 之间的母联开关闭合，变压器 T_3 对一、二级负荷供电。

一级负荷用双电源末端切换，二级负荷用双回路末端切换，三级负荷没有特殊要求，综上所述，主接线设计图见附录一。

第 3 章 负荷计算

3.1 负荷分级

该工程属于一类高层建筑，用电多为一、二级负荷，用电负荷分级如下：

一级负荷：生活泵、住宅风机、地下送风机、污水泵、住宅应急用电、设备房照明。

二级负荷：电梯、物业管理。

三级负荷：住宅用电、商业用电。^[3]

3.2 负荷数据

住宅用电、住宅应急用电、商业用电的计算过程如下：

3 ~17层住宅用电估算采用的是住宅用电量指标法，其中：

公式为 $P_c = K_{\Sigma} \beta N = 0.6 \times 16KW/户 \times 12 \times 15 = 1620KW$

式中 K_{Σ} ——住宅用电同时系数；

β ——住宅用电量指标，单位为KW/户；

N ——供电范围内的住宅户数。

商住楼用电估算采用负荷密度法，如下：

1~2层商住楼用电： $67.4 \times 23.62 \times 50W/m^2 \times 2 = 160KW$ 其中 $50W/m^2$ 是功率指标。^[6]

应急用电： $20 \times 12 \times 17 = 4.1KW$

负荷统计数据如表一所示：

本工程负荷数据 表一

负荷名称	设备功率	功率因数	需要系数	负荷分级
生活泵	60KW	0.87	1	一级
住宅风机	5KW	0.8	0.8	一级
地下送风机	15KW	0.8	1	一级
污水泵	4KW	0.8	0.7	一级
住宅应急用电	4.1KW	0.9	1	一级
设备房照明	15KW	0.9	1	一级
电梯	16KW	0.7	0.8	二级
物业管理	15KW	0.8	0.8	二级
1层商业用电	80KW	0.9	0.8	三级

2层商业用电	80KW	0.9	0.8	三级
3~7层住宅用电	540KW	0.9	0.8	三级
8~12层住宅用电	540KW	0.9	0.8	三级
13~17层住宅用电	540KW	0.9	0.8	三级

3.3 负荷计算

3.3.1 负荷计算主要公式

①单组设备计算负荷

$$P_c = K_d \sum_{i=1}^n P_{Ni} \quad Q_c = P_c \operatorname{tg} \varphi \quad S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2} \quad I_c = \frac{S_c}{\sqrt{3}U_r}$$

式中 $\sum P_N$ ——总设备功率，单位为 KW；
 K_d ——需要系数
 P_c ——计算有功功率，单位为 KW；
 Q_c ——计算无功功率，单位为 kvar；
 S_c ——计算视在功率，单位为 KVA；
 $\operatorname{tg} \varphi$ ——电气设备功率因数角的正切值；
 U_r ——电气设备额定电压，单位为 KV；
 I_c ——计算电流，单位为 A；

②多组设备的计算负荷

$$P_c = K_{\Sigma P} K_d \sum_{i=1}^n P_{Ni} \quad Q_c = K_{\Sigma Q} P_c \operatorname{tg} \varphi$$

$$S_c = \sqrt{P_c^2 + Q_c^2} \quad I_c = \frac{S_c}{\sqrt{3}U_r}$$

式中 $K_{\Sigma P}$ ——有功功率同时系数
 $K_{\Sigma Q}$ ——无功功率同时系数

③无功补偿的计算

$$\text{补偿前} \quad \operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{Q_{av}}{P_{av}}$$

$$\text{补偿后} \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{Q_{av} - Q_{cc}}{P_{av}}$$

$$\begin{aligned} \text{需要补偿} \quad Q_{cc} &= P_{av}(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = \alpha P_c(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \\ &= \alpha q_c P_c \end{aligned}$$

式中 P_{av} ——补偿前的平均有功功率，单位为 KW；
 Q_{av} ——补偿前的平均无功功率，单位为 kvar；
 Q_{cc} ——需补偿的无功功率，单位为 kvar；
 φ_1 、 φ_2 ——补偿前后的功率因数角；
 q_c ——无功功率补偿率。

④变压器损耗计算

变压器的损耗计算公式如下：

$$\Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_k \left(\frac{S_c}{S_r} \right)^2$$

式中 ΔP_T ——变压器最大有功损耗，单位为 KW；
 ΔP_0 ——变压器空载有功损耗，单位为 KW；
 ΔP_k ——变压器短路有功损耗，单位为 KW；
 S_c ——变压器上通过的计算视在功率，单位为 KVA；

$$\Delta Q_T = S_r \left[\frac{I_0 \%}{100} + \frac{U_k \%}{100} \left(\frac{S_c}{S_r} \right)^2 \right]$$

式中 ΔQ_T ——变压器最大无功损耗，单位为 kvar；
 $I_0 \%$ ——变压器空载电流与额定电流的百分比；
 $U_k \%$ ——变压器短路电压与额定电压的百分比；
 S_c ——变压器上通过的计算视在功率，单位为 KVA；

S_r ——变压器额定视在功率，单位为 KVA

3.3.2 变压器低压侧负荷计算

①采用逐点计算法，见表二 其中 $A_1 \sim A_9$ 、 $D_1 \sim D_4$ 、 $E_1 \sim E_7$ 见附录一。

T_1 、 T_2 、 T_3 低压侧负荷计算 表二

负荷名称	计算点	设备功率 /KW	功率因数 $\cos \varphi$	需要系数 Kd	计算有功功率 P/KW	计算无功功率 Qc/kvar	计算视在功率 Sc/KVA	计算电流 Ic/A
3~7层住宅用电	A_1	540	0.9	0.8	432	209.2	480	727.3
8~12层住宅用电	A_2	540	0.9	0.8	432	209.2	480	727.3
1层商业用电	A_3	80	0.9	0.8	64	31	71	107.9
生活泵	A_4	60	0.87	1	60	34	69	104.8
地下送水机	A_5	15	0.8	1	15	11.3	15.4	23.2
污水泵	A_6	16	0.8	0.7	11.2	8.4	14	21.3
住宅应急用电	A_7	4.1	0.9	0.8	3.28	1.6	3.7	5.6
设备房照明	A_8	15	0.9	0.8	12	5.8	13.3	20.2
电梯	A_9	64	0.5	0.8	51.2	88.7	102.4	155.6
13~17层住宅用电	D_1	540	0.9	0.8	432	209.2	480	729.3
2层商业用电	D_2	80	0.9	0.8	64	31	71	107.9
物业管理	D_3	15	0.8	0.8	12	9	15	22.8

住宅风机	D ₄	20	0.8	0.8	16	12	20	30.4
生活泵	E ₁	60	0.87	1	60	34	69	104.8
地下送风机	E ₂	15	0.8	1	15	11.3	15.4	23.2
住宅风机	E ₃	20	0.8	0.8	13	12	20	30.4
污水泵	E ₄	16	0.8	0.7	11.2	8.4	14	21.3
住宅应急用电	E ₅	4.2	0.9	0.8	3.36	1.6	3.7	5.6
设备房照明	E ₆	15	0.9	0.8	12	5.8	13.3	20.2
电梯	E ₇	64	0.9	0.8	51.2	88.7	102.4	155.6

②变压器 T₁、T₂、T₃ 低压侧 B₁、B₂、B₃ 补偿前负荷计算，见表三，B₁、B₂、B₃ 见附录一。

B₁、B₂、B₃ 补偿前计算负荷 表三

计算点	多组设备计算有功功率 $\sum P_c / KW$	多组设备计算无功功率 $\sum Q_c / k var$	同时系数 K_Σ	计算有功功率 Pc/KW	计算无功功率 Qc/kvar	计算视在功率 Sc/KVA	计算电流 Ic/A
B ₁	432+64+60+15+11.2+3.36+12+432+51.2=1080.8	209.2+31+34+11.3+8.4+1.6+5.8+209.2+88.7 = 598.8	0.9	972.7	538.9	1112	1689.5
B ₂	432+64+12+16=524	209.2+9+31+12=261.2	0.9	471.6	235.1	527	800.7
B ₃	60+15+16+11.2+3.36+12+51.2=168.8	34+11.3+12+8.4+1.6+5.8+88.7=161.8	0.9	152	145.6	210.5	319.3

③变压器 T_1 、 T_2 、 T_3 低压侧 B_1 、 B_2 、 B_3 补偿后负荷计算，见表四：

B_1 、 B_2 、 B_3 补偿后计算负荷 表四

计算点	补偿前 $\cos \varphi_1$	补偿后 $\cos \varphi_2$	无功补偿容量 Q_{cc}/kvar	实际补偿容量 / (12 kvar / 每台)	补偿后计算有功功率 P_c/KW	补偿后计算无功功率 Q_c/kvar	补偿后计算视在功率 S_c/KVA	补偿后计算电流 I_c/A
B_1	0.87	0.93	125.1	132	972.7	406.9	1054.4	1602
B_2	0.89	0.93	164.1	48	471.6	187.1	507.4	770.9
B_3	0.72	0.93	64.8	72	152	73.6	168.9	255.6

其中 $\cos \varphi_1 = \frac{P_c}{S_c}$

$$Q_{cc} = P_{av}(tg \varphi_1 - tg \varphi_2) = \alpha P_c (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

$$= \alpha q_c P_c$$

式中， α 取 0.75。

3.3.3 变压器高压负荷计算

①变压器 T_1 、 T_2 、 T_3 高压侧 C_1 、 C_2 、 C_3 负荷计算，见表五， C_1 、 C_2 、 C_3 见附录一。

C_1 、 C_2 、 C_3 计算负荷 表五

计算点	空载损耗 P_0/KW	短路损耗 P_k/KW	$U_k\%$	$I_0\%$	变压器有功损耗 $\Delta P_T / KW$	变压器无功损耗 $\Delta Q_T / kvar$	计算有功功率 P_c/KW	计算无功功率 $Q_c/kvar$	计算视在功率 S_c/KVA	计算电流 I_c/A
C_1	2.2	12	6	1.0	9.3	56.8	982	463.7	1086	62.7
C_2	1.35	6.2	6	1.2	5.8	34.8	477.4	221.9	526.5	30.4
C_3	0.55	2.43	4	1.6	2.1	8.2	154.1	81.8	174.4	10.1

本工程变压器 T_1 、 T_2 、 T_3 视在计算功率分别为1086KVA、526.5KVA、174.4KVA。所以选用的变压器的容量分别为1250KVA、630KVA、200KVA。其负荷率分别为86.9%，83.6%、87.2%。满足要求。故选用的变压器型号为SC10-1250/10、SC10-630/10、SC10-200/10。

②变压器 T_2 、 T_3 高压侧H点负荷计算，见表六，H点见附录一。

H点计算负荷 表六

计算点	C_2 、 C_3 点计算有功功率之和 $\sum P_c / KW$	C_2 、 C_3 点计算无功功率之和 $\sum Q_c / k var$	同时系数 K_Σ	计算有功功率 P_c/KW	计算无功功率 $Q_c/kvar$	计算视在功率 S_c/KVA	计算电流 I_c/A
H	477.4+154.1 =631.5	221.9+81.8 =303.7	0.9	568.4	273.3	630.3	36.4

第 4 章 短路电流计算

4.1 短路种类

对中性点接地系统，可能发生的短路种类有：三相短路、两相短路、单相短路和两相接地短路，后者是指两根相线和大地三者之间的短路。单相短路有相线与中性线间的短路，也有相线直接与大地之间的短路，这时的单相短路又称单相接地短路。

对中性点不接地系统，可能发生的短路类型有：三相短路和两相短路。另外，两相接地短路也应算作一种特殊类型的短路，它是指有两相分别接地、但接地点不在同一位置面形成的相间短路。中性点不接地系统出现单相接地故障时，叫做不正常运行状态，不属于短路故障。

以上类型的短路中，三相短路又称为对称短路，其余的称为非对称短路。

从短路发生的类型来看，单相短路或接地的发生率最高；从短路发生的部位来看，线路一发生的短路或接地比例最大。我国中压系统采用中性点不接地系统，主要就是为了避免单相接地造成的停电。^[2]

4.2 主要公式

三相短路全电流冲击值 i_{sh} ：
$$i_{sh} = \sqrt{2}I_p K_{sh}$$

式中 K_{sh} ——冲击系数；

I_p ——三相短路周期分量有效值，单位为 A。

工程上，对 L 较大的中、高压系统，取 $K_{sh} = 1.8, i_{sh} = 2.55I_p$

对 R 较大的低压系统，取 $K_{sh} = 1.3, i_{sh} = 1.84I_p$

短路冲击电流有效值 I_{sh} ：
$$I_{sh} = I_p \sqrt{1 + 2(K_{sh} - 1)^2}$$

三相短路有效值 I_∞ ：
$$I_\infty = I_p = I_k^{(3)} = I_k$$

式中 $I_k^{(3)}$ ——三相短路电流，单位为 A。

短路容量 $S_k = \sqrt{3}U_{av}I_k$

式中 S_k ——系统中某一点的短路容量，单位为 KVA；

U_{av} ——短路点所在电压等级的平均电压，单位为 KV；

I_k ——某点短路时三相短路电流稳态值，单位为 A；

4.3 变压器短路电流计算

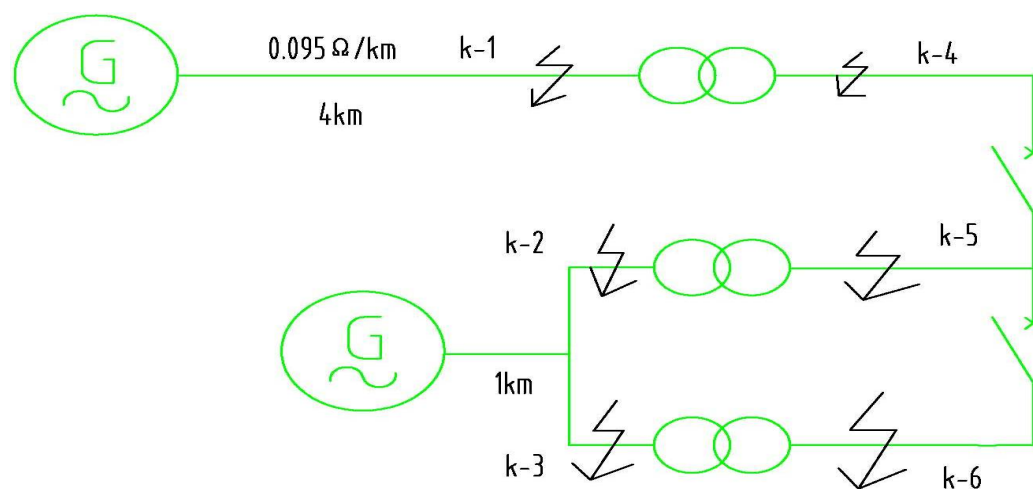
4.3.1 变压器高压侧短路电流计算

系统短路数据：

提供 10KV 专线电源 S1 的 110/10KV 变电站距离本工程 4km, 110/10KV 变电站 10KV 母线处三相短路容量 $S_{ocA} = 500MVA$; 提供 10KV 电源 S2 的 35/10KV 变电站距离本工程 1km, 35/10KV 变电站 10KV 母线处三相短路容量 $S_{ocB} = 200MVA$ 。

[7]

需要分别计算变电所 10kv 母线上的三相和两相短路电流。采用标么值法进行计算, 取 $S_d = 100MVA$ 。短路电路图见图一, 此处仅以变压器 T₁ 高压侧短路电流 k-1 计算为例进行介绍。



短路电路图

图一

1) 基准值计算 $U_{d1} = U_{av1} = (1+5\%)U_N = 10.5KV$

$$\text{基准电流 } I_{d1} = \frac{S_d}{\sqrt{3}U_{d1}} = \frac{100}{\sqrt{3} \times 10.5} = 5.5KA$$

2) 电抗标么值

$$\text{电力系统电抗标么值: } X_s^* = \frac{S_d}{S_{oc}} = \frac{100MVA}{500MVA} = 0.2$$

电缆线路单位长度电抗值 $x_0 = 0.095 \Omega/km$, 长度 4km, 则电缆线的电抗标么值为:

$$X_L^* = x_0 l \frac{S_d}{(U_{av1})^2} = 0.095 \times 4 \times \frac{100}{(10.5)^2} = 0.35$$

K-1 点短路时总电抗标么值为

$$X_{\Sigma}^* = X_s^* + X_L^* = 0.2 + 0.35 = 0.55$$

三相短路电流为 $I_k^{(3)} = \frac{I_{d1}}{X_{\Sigma}^*} = \frac{5.5}{0.55} = 10kA$

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/298071032122007005>