



变电所设计

(10~220kV)

丁毓山 主编 ● 辽宁科学技术出版社

10~220kV

变电所设计

丁毓山 主编

辽宁科学技术出版社

(辽)新登字4号

10~220kV
变电所设计
Biandiansuo Sheji
丁毓山 主编

辽宁科学技术出版社出版
(沈阳市和平区北一马路108号 邮政编码 110001)
辽宁省新华书店发行 沈阳新华印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:34 1/4 字数:770,000 插页:11
1993年10月第1版 1993年10月第1次印刷

责任编辑:马 骏 版式设计:于 浪
封面设计:李秀中 责任校对:丁东戈
插 图:李 波 金嘉琦 王春茹

印数:1—9,257

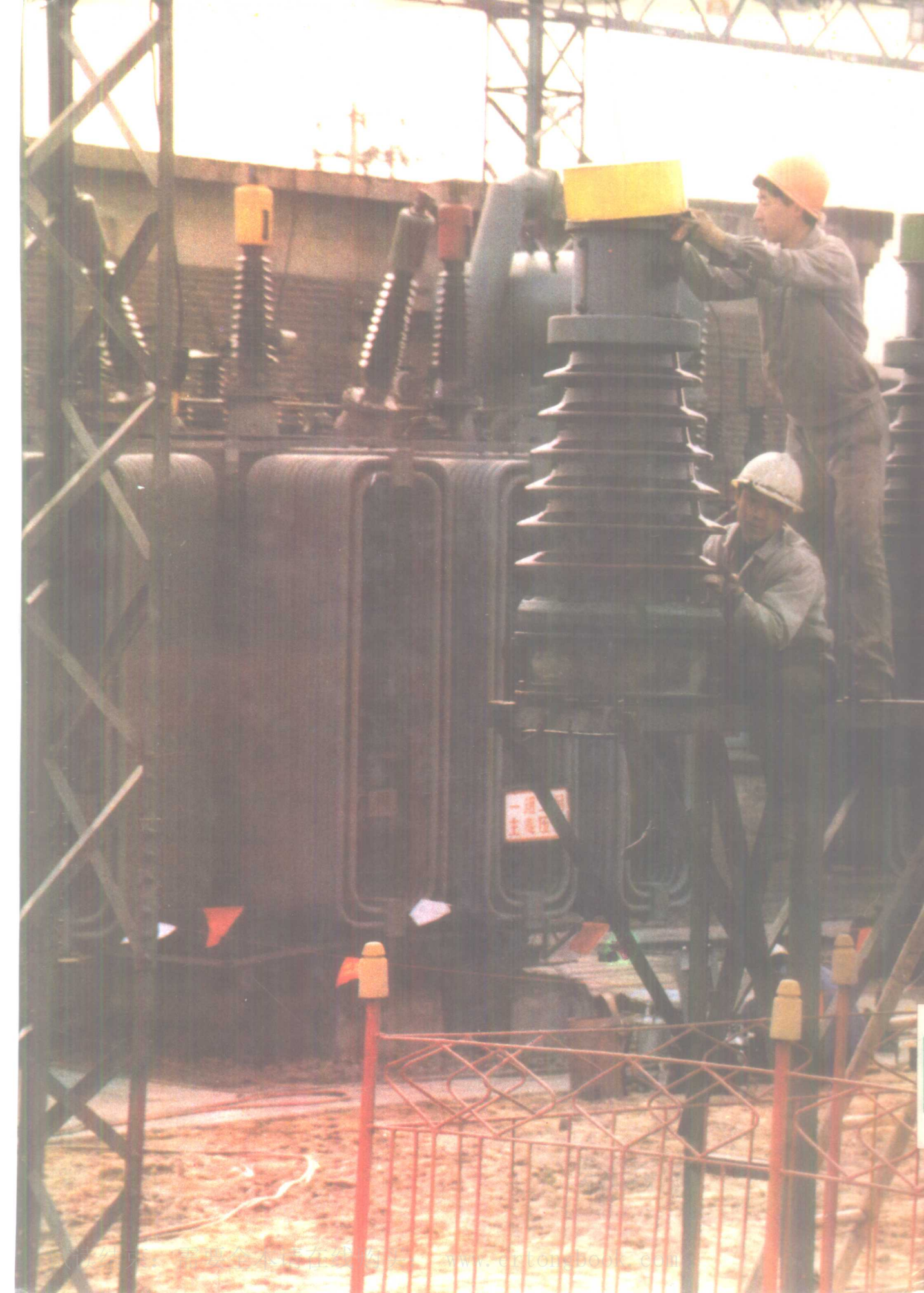
ISBN 7-5381-1669-9/TM·86 定价:30.00元

编辑委员会

主任: 丁毓山
副主任: 钱家越 林 虔 锡春茂 王 瑞 李学尧 刘希治 蔡铁铮
朴再林
委员: 赵作述 韩其宽 孙吉昌 罗德君 贾世德 田忠林 张健元
陈志毅 董恩伏 刘绍军 樊永金 赵 永 郜 毅 刘志和
冯志英 南俊星 罗 毅 王丽华 金 哲 王传军 李东野
张风军 张忠敏 曲福义 张福华 吕志恒 李晓军 李永江
关守俊 刘成伟 赵允良 郭晓秋 于兰志 赵作利 铁晓华
姜明德 鲍延军 陈玉梅 王静民 金 锋 靳龙章 姜海龙
王海莲 焦 愚 曹静波 宋占芳 孙 和 达胡白音 王文山
孙忠霖 傅海林 迟文志 李素艳 周国瑜 相洪祥 张泽深
黄显义 徐国斌

编写人员

主 编: 丁毓山
副主编: 钱家越
主 审: 林 虔
编 者: 朴再林 孙成宝 刘福义 金海和 樊永金 荣 利 陈立志
张风阳 覃辉民 张艾华 王丽华 蔡铁铮



一級
主變

前 言

本书是由沈阳电业局组织有关的专家和有经验的工程技术人员联合编写的。全书共分二十一章，书中对高压电气设备的选择，主接线的设计，短路电流计算，各种电压等级的变电所继电保护方案的装设原则和整定计算皆有详细的论述。特别对新型的 SF₆ 断路器、重合器、分段器的工作原理、技术参数、安装调试作了详细的说明和分析。考虑到大型动力用户的需要，本书对低压电气设备的选择，以及低压电气设备的保护问题，也给予了充分的注意。

本书的特点是，除了论述 220/110、220/63、63/10、35/10、10/0.4kV 各种变电所设计的一般原则之外，还对上述各种变电所的设计，给出了完整的设计实例。特别是本书还引入了采用 SF₆ 断路器的微机监控变电所的设计实例，以及采用集成电路保护的变电所设计实例。

编者的意愿是良好的，希望阅读本书的读者，能够掌握变电所的设计程序，以便能够主持和参与这项工作。但是，限于编者的水平，书中遗漏和错误之处深恐难免，深望各同行专家和广大的读者指正。

编者深深的感谢沈阳电业局和辽宁科学技术出版社对本书的出版所给予的大力支持，特别是沈阳电业局教育处处长林度高级工程师，在百忙中审阅了本书的全文，并提出了许多宝贵意见。编者还要感谢丁雪媛、宋淑然、徐江宁同志用计算机整理书稿中所作的巨大努力。

编 者

1993.6 于沈阳

目 录

第一章 短路电流的计算	1
第一节 短路种类和标么制.....	1
第二节 元件阻抗和网络变换.....	4
第三节 高压系统短路电流计算.....	13
第四节 1000伏以下网络短路电流计算.....	23
第五节 高压系统短路电流计算举例.....	25
第六节 低压网短路电流计算举例.....	32
第二章 变电所电气主接线选择	42
第一节 电气主接线的设计原则和要求.....	42
第二节 6~220千伏配电装置的基本接线.....	43
第三章 变压器的选择	48
第一节 主变容量选择的有关规定.....	48
第二节 主变方案比较.....	49
第四章 高压电器的选择	55
第一节 高压电器选择的一般问题.....	55
第二节 断路器选择的有关问题.....	58
第三节 高压电器选择计算公式.....	73
第四节 高压电器选择举例.....	79
第五章 重合器与分段器	87
第一节 重合器和分段器.....	88
第二节 重合器与分段器的定货信息.....	93
第三节 重合器的使用.....	96
第四节 分段器与保护装置的配合.....	99
第六章 电压偏移和电压波动计算	110
第一节 电压偏移和电压波动.....	110

第二节	电压偏移计算举例	112
第七章	线路保护	116
第一节	10千伏线路保护	116
第二节	电流电压联锁速断保护	129
第三节	10千伏线路保护设计方案	134
第四节	35千伏线路保护设计	139
第五节	110千伏线路保护	150
第八章	变压器保护	154
第一节	变压器保护的装设原则	154
第二节	电力变压器电流速断保护整定计算	157
第三节	变压器差动保护整定计算	165
第四节	110千伏变压器保护方案分析	180
第五节	66或35千伏变压器的控制和保护分析	201
第六节	有载调压变压器保护分析	207
第九章	电动机和电容器保护的整定计算	219
第一节	3~10千伏电动机保护	219
第二节	6~10千伏电力电容器的保护	228
第十章	母线保护	232
第一节	母线保护的整定计算	232
第二节	三相双母线相位比较母线差动保护方案分析	237
第三节	220千伏母线控制屏的设计	240
第四节	三相式元件固定连接双母线差动保护和分段单母线差动保护	244
第五节	相位比较式母线差动保护分析	248
第六节	35千伏母线控制与保护回路	251
第十一章	距离保护整定计算	256
第一节	整定计算原则	256
第二节	距离保护整定计算举例	260
第三节	66千伏环网保护整定计算	262
第十二章	交流操作继电保护装置	270
第一节	保护的整定计算	270
第二节	交流操作继电保护举例	278

第三节	保护装置的動作配合	283
第十三章	二次接线	286
第一节	二次回路中的常用符号	286
第二节	屏体设计要求和电流互感器、仪表装设原则	294
第三节	电压互感器二次回路	305
第四节	断路器的控制	311
第五节	中央信号装置	324
第十四章	自动重合闸和备用电源自动投入装置	330
第一节	三相一次自动重合闸	330
第二节	综合重合闸的特殊问题和整定计算	337
第三节	备用电源自动投入装置 (BZT)	340
第四节	10~60千伏线路重合闸的整定时限分析	344
第十五章	低压配电线路保护和低压电器的选择	347
第一节	低压配电线路保护	347
第二节	熔断器及自动开关的选择	349
第三节	低压保护电路选择实例	357
第十六章	变电所的防雷保护和接地装置	360
第一节	直击雷和感应雷保护	360
第二节	防雷保护装置	362
第三节	变电所直击雷保护	370
第四节	雷电侵入波保护	372
第五节	电气设备的接地	376
第六节	接地装置中的几个问题	388
第十七章	220千伏变电所的设计	397
第一节	设计的基本要求	397
第二节	工程实例的总体说明	401
第三节	主接线的设计	403
第四节	短路电流计算和主要电气设备选择	407
第五节	电气布置	411
第六节	继电保护配置和所用变接线的设计	424
第七节	通讯及远动装置	430
第八节	主控楼和控制、保护屏的总体布局	434

第十八章	63千伏变电所设计	441
第一节	工程实例的总体说明	441
第二节	电气主接线设计方案的确定	444
第三节	短路电流计算	453
第四节	电气设备选择	461
第五节	电气布置	470
第六节	接地装置与防雷保护	474
第十九章	35/10千伏和63/10千伏集成电路保护变电所的设计	478
第一节	集成电路控制台的布局	478
第二节	10千伏集成电路线路保护的设计的原理分析	482
第三节	变压器集成电路电路保护装置分析	491
第四节	集成电路式电容器和单相接地保护的设计	497
第二十章	微机控制35千伏小型变电所的设计分析	505
第一节	户外式微机控制35千伏小型变电所设计	505
第二节	微机控制户内35千伏小型变电所的设计	516
第二十一章	10/0.4千伏开关闭所设计计算	524
第一节	主接线选择和短路电流计算	524
第二节	继电保护整定计算	532

第一章 短路电流的计算

第一节 短路种类和标么制

一、发生短路的原因和短路的定义

产生短路的主要原因是电气设备载流部分的绝缘损坏。绝缘损坏的原因多因设备过电压、直接遭受雷击、绝缘材料陈旧、绝缘缺陷未及时发现和消除。此外，如输电线路断线、线路倒杆也能造成短路事故。所谓短路是指相与相之间通过电弧或其它较小阻抗的一种非正常连接，在中性点直接接地系统中或三相四线制系统中，还指单相和多相接地。

二、短路的种类

三相系统中短路的基本类型有：三相短路、两相短路、单相接地短路和两相接地短路。三相短路是对称短路，此时三相电流和电压同正常情况一样，即仍然是对称的。只是线路中电流增大、电压降低而已，而电流和电压之间的相位差一般也较正常工作情况时为大。除了三相短路之外，其它类型的短路皆系不对称短路，此时三相所处的情况不同，各相电流、电压数值不等，其间相角也不相同。

运行经验表明：在中性点直接接地的系统中，最常见的短路是单相短路，约占短路故障的65~70%；两相短路约占10~15%；两相接地短路约占10~20%；三相短路约占5%。

在短路过程中，短路电流是变化的，其变化情况决定于系统容量的大小，短路点距电源的远近，系统内发电机是否有调压装置等因素。根据短路电流的变化情况，通常把电力系统分为无限容量系统和有限容量系统两大类。

所谓无限容量系统是指容量为无限大的电力系统，在该系统中，当发生短路时，母线电压维持不变，短路电流的周期分量不衰减。当然，容量为无限大的系统实际上是不存在的，但是在实际工作中，通常把电源部分阻抗不超过短路电路总阻抗的5%甚至10%，或者以供电电源总容量为基准的短路阻抗标么值大于3时，则认为该系统为无限容量系统。对不满足上述条件的系统皆按有限容量的系统处理。

为了校验和选择电气设备和载流导体以及为了继电保护的整定计算，常用下述短路电流值：

i_{ch} ——短路电流的冲击值，即短路电流最大瞬时值；

I_{ch} ——短路电流最大有效值，即第一周期短路电流有效值；

I'' ——超瞬变或次暂态短路电流的有效值，即第一周期短路电流周期分量有效值；

$I_{0.2}$ ——短路后0.2s的短路电流周期分量有效值；

I_{∞} ——稳态短路电流有效值；

S'' ——超瞬变或次暂态短路容量；

$S_{0.2}$ ——短路后0.2s的短路容量；

S_{∞} ——稳态短路容量。

三、标么制

在计算短路电流时，各电气量，如电流、电压、功率、阻抗等数值，可以用有名值表示，也可以用标么值表示。有名值多用于1000V以下的低压网络，标么制则广泛用于高压网络。

标么值是一种相对单位制，电路参数的标么值为其有名值与基准值之比，即

$$\left. \begin{aligned} \text{容量标么值 } S &= \frac{S}{S_j} \\ \text{电压标么值 } U &= \frac{U}{U_j} \\ \text{电流标么值 } I &= \frac{I}{I_j} \\ \text{电抗标么值 } X_* &= \frac{X}{X_j} \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

式中 S, U, I, X ——为容量、电压、电流、电抗的有名值；

S_j, U_j, I_j, X_j ——为容量、电压、电流、电抗的基准值。

工程计算中，通常先取基准容量 S_j 和基准电压 U_j ，而基准电流 I_j 和基准电抗 X_j 则可用下式导出：

$$I_j = \frac{S}{\sqrt{3}U_j} \quad (1-2)$$

$$X_j = \frac{U_j}{\sqrt{3}I_j} = \frac{U_j^2}{S_j} \quad (1-3)$$

如此

$$X_* = \frac{\sqrt{3}I_j}{U_j} = \frac{S_j X}{U_j^2} \quad (1-4)$$

出于计算方便，基准容量常取100MVA，如为有限容量系统，则可选取向短路点馈送短路电流的发电机额定总容量 S_{Σ} 作为基准容量。基准电压应采用各电压级的平均电压 U_j ，其数值见表1-1。该表中列出了基准容量为100MVA时的基准电压、基准电流和

表1-1 常用电压、电流、电抗基准值表(S=100MVA)

基准电压(kV)	3.15	6.3	10.5	37	63	115	230
基准电流(kA)	18.3	9.16	5.50	1.56	0.92	0.502	0.251
基准电抗(Ω)	0.0995	0.397	1.10	13.7	39.55	132	530

表1-2 电路元件标么值有名值和短路功率变换公式

序号	元件名称	标么值	有名值(Ω)	短路功率(MVA)	符号说明
1	发电机(电动机)	$x''_{*d} = \frac{x''_d \% \cdot S_j}{100 S_e}$ $= x''_d \frac{S_j}{S_e}$	$x''_d = \frac{x''_d \% \cdot V_e^2}{100 S_e}$	$S_d = \frac{100 S_e}{x''_d \%}$	S_e ——发电机(电动机)或变压器的额定容量, MVA; x''_d ——发电机(电动机)的超瞬变或次暂态电抗值; $x''_d \%$ ——发电机(电动机)的超瞬变电抗; $u_d \%$ ——短路电压百分值; $x_k \%$ ——电抗器的电抗百分值;
2	变压器	$R_{*b} = \Delta P_d \frac{S_j}{S_e^2} \times 10^{-3}$ $x_{*b} = \sqrt{Z_{*b}^2 - R_{*b}^2}$ $Z_{*b} = \frac{u_d \% \cdot S_j}{100 S_e}$ 当电阻略而不计时 $x_{*b} = \frac{u_d \% \cdot S_j}{100 S_e}$	$R_b = \frac{\Delta P_d}{3 I_e^2} \times 10^{-3}$ $= \frac{\Delta P_d \cdot V_e^2}{S_e^2} \times 10^{-3}$ $x_b = \sqrt{Z_b^2 - R_b^2}$ $Z_b = \frac{u_d \% \cdot V_e^2}{100 S_e}$ 当电阻略而不计时 $x_b = \frac{u_d \% \cdot U_e^2}{100 S_e}$	$S_d = \frac{100 S_e}{u_d \%}$	U_e ——额定电压, kV; I_e ——额定电流, kA; U_p ——元件所在级平均电压, kV;
3	电抗器	$x_{*k} = \frac{x_k \% \cdot V_e}{100 \sqrt{3} I_e} \cdot \frac{S_j}{U_p^2}$ $= \frac{x_k \% \cdot U_e \cdot I_j}{100 I_e \cdot U_p}$	$x_k = \frac{x_k \% \cdot U_e}{100 \sqrt{3} I_e}$	$S_d = \frac{100 \sqrt{3} I_e U_p^2}{x_k \% U_e}$	x, R ——线路每相电抗值, 电阻值, Ω S_{dx} ——系统短路容量, MVA;
4	线路	$x_* = x \frac{S_j}{U_p^2}$ $R_* = R \frac{S_j}{U_p^2}$		$S_d = \frac{U_p^2}{x}$	S_j ——基准容量, MVA; I_j ——基准电流, kA;
5	电力系统 (已知短路容量 S_{dx})	$x_{**} = \frac{S_j}{S_{dx}}$	$x_x = \frac{U_p^2}{S_{dx}}$	$S_d = S_{dx}$	ΔP_d ——变压器短路损耗, kW
6	基准电压相同, 从某一基准容量 S_{j1} 下的标么值 x_{*1} 换算到另一基准容量 S_j 下的标么值 x_*	$x_* = x_{*1} \frac{S_j}{S_{j1}}$			
7	将电压 U_{p1} 下的 R_1, x_1 换算到另一电压 U_{p2} 下的阻抗值 R_2, x_2		$R_2 = R_1 \frac{U_{p2}^2}{U_{p1}^2}$ $x_2 = x_1 \frac{U_{p2}^2}{U_{p1}^2}$		

基准电抗值。

采用标么值进行短路电流计算时，必须先将元件电抗的有名值或相对值按同一基准容量换算为标么值，其换算公式见表1—2。

四、有名单位制

用有名单位制计算短路电路的总阻抗时，必须把各元件阻抗的相对值换算成欧姆值，并把短路电路内通过变压器互连的各电压级元件的欧姆值，都归算到短路点所在级平均额定电压下的欧姆值，换算公式见表1—2。

五、短路功率法

短路功率法是在有名制的基础上，仿照导纳运算的形式演变而来的。它以元件自身的短路功率代替阻抗进行网络变换，最后合并成一个总的短路功率，此功率即为所求的短路容量。

元件自身的短路功率是指假定该元件的一端接在无限容量电源上，另一端发生短路时，该元件消耗的视在功率。在用短路功率法进行计算时，首先应将短路电路中各元件阻抗的相对值或欧姆值换算成相应的短路功率，其换算公式亦列在表1—2中。

第二节 元件阻抗和网络变换

一、元件阻抗

1. 同步电机

同步电机的阻抗参数由电机制造厂提供，表1—3中列出了部分中小容量汽轮发电

表1—3 汽轮发电机电抗数据和短路功率

型 式	额定容量		额 定 电 压 (kV)	时 间 常 数 T (s)	超瞬变电抗		短 路 功 率 (MVA)
	kW	kVA			百分值 $x_{d''}\%$	$S_j=100\text{MVA}$ $x_{d''}$	
TQT0.75-4-400, TQTK0.75-4-400	750	937.5	0.4	5.63	14.1	15.04	6.3
TQT0.75-4-6300, TQTK0.75-4-6300	750	937.5	6.3	5.65	11.3	12.05	8.3
TQT1-4-400	1000	1250	0.4	3.60	8.4	6.72	14.9
TQTK1-4-6300	1000	1250	6.3	5.66	16.9	13.52	7.4
TQT1.5-4-400	1500	1875	0.4		18.0	9.60	10.4
TQT1.5-4-6300	1500	1875	6.3		18.4	9.81	10.2
QF-3-2, QFK-3-2, QFG-3-2	3000	3750	6.3 (3.15)	5.6	10.3	2.75	36.3
QF-6-2, QFG-6-2	6000	7500	6.3	6.36	12.4	1.65	60.5
TQC-5466/2	6000	7500	6.3	7.15	11.6	1.55	64.9
TQC-5674/2	12000	15000	6.3	10.00 (9.8)	12.4 (12.0)	0.83 (0.8)	121.0 (125.5)
QF2-12-2	12000	15000	10.5	9.0	12.2 (14.3)	0.81 (0.95)	122.9 (105.2)
QF2-12-2(南京)	12000	15000	6.3		11.3	0.75	132.4

注：1. 括号内数据为北京重型电机厂数据，其余为上海电机厂数据。

2. T为定子线圈开路时励磁线圈时间常数。

机的有关电抗数据和短路功率。在近似计算中 x_d'' 可采用表1—4的平均值。

表1—4 各类元件电抗平均值

序号	元件名称	电抗平均值			备注
		x_d'' 或 x_1	x_2	x_0	
1	中容量汽轮发电机	$x_d'' = 12.5\%$	13%	6%	
2	有阻尼绕组的水轮发电机	$x_d'' = 20\%$	25%	7%	
3	无阻尼绕组的水轮发电机	$x_d'' = 27\%$	45%	7%	
4	同步调相机	$x_d'' = 16\%$	24%	8%	
5	大型同步电动机	$x_d'' = 20\%$	24%	8%	
6	异步电动机	$x_d'' = 20\%$	—	—	
7	1kV 三芯电缆	$x_1 = x_2 = 0.06\Omega/\text{km}$		0.7 Ω/km	
8	1kV四芯电缆	$x_1 = x_2 = 0.066\Omega/\text{km}$		0.17 Ω/km	
9	6~10kV三芯电缆	$x_1 = x_2 = 0.08\Omega/\text{km}$		$x_0 = 3.5x_1 = 0.23\Omega/\text{km}$	
10	20kV三芯电缆	$x_1 = x_2 = 0.11\Omega/\text{km}$		$x_0 = 3.5x_1 = 0.38\Omega/\text{km}$	
11	35kV 三芯电缆	$x_1 = x_2 = 0.12\Omega/\text{km}$		$x_0 = 3.5x_1 = 0.42\Omega/\text{km}$	
12	无避雷线的架空输 电线路	单回路	$x_1 = x_2 = 0.4\Omega/\text{km}$	$x_0 = 3.5x_1 = 1.4\Omega/\text{km}$	
13		双回路		$x_0 = 5.5x_1 = 2.2\Omega/\text{km}$	系每回路数值
14	有钢制避雷线架空 输电线路	单回路		$x_0 = 3x_1 = 1.2\Omega/\text{km}$	
15		双回路		$x_0 = 5x_1 = 2.0\Omega/\text{km}$	系每回路数值
16	有良导体避雷线架 空输电线路	单回路		$x_0 = 2x_1 = 0.8\Omega/\text{km}$	
17		双回路		$x_0 = 3x_1 = 1.2\Omega/\text{km}$	系每回路数值

2. 异步电动机

高、低压异步电动机的超瞬变电抗相对值 x_d'' 可按下述公式计算。

$$x_d'' = \frac{1}{K_0}$$

(1—5)

式中 K_0 ——为异步电动机启动电流倍数，可由产品样本查得。

3. 电力变压器

三相双线圈的电力变压器的电抗标么值和短路功率可按表1—2所列的有关公式计算，表1—5中给出了常用三相双线圈变压器的电抗标么值和短路功率。三相三线圈电力变压器每个线圈的电抗百分值和短路功率可分别按(1—6)公式计算。

表1—5 三相双线圈电力变压器的电抗标么值和短路功率

变压器容量 (kVA)	阻抗电压 (%)	$S_j = 100$ MVA 时电抗标么值	短路功率 (MVA)	变压器容量 (kVA)	阻抗电压 (%)	$S_j = 100$ MVA 时电抗标么值	短路功率 (MVA)
35/10.5(6.3)kV				110/10.5(6.3)kV			
1000	6.5	6.50	15.39	10000	10.5	0.66	152.38
1250		5.20	19.23	20000		0.53	190.48
1600		4.06	24.62	10/6.3(3.15)kV			
1800		3.61	27.69	180	5.5	30.56	3.27
2000		3.25	30.77	320		17.19	5.82
2400		2.71	36.92	560		9.82	10.18
2500		2.60	38.46	630		8.73	11.46
3150	7	2.22	45.00	750		7.33	13.64
3200		2.19	45.71	800		6.88	14.55
4000		1.75	57.14	1000		5.50	18.18
4200		1.67	60.00	1250		4.40	22.73
5000		1.40	71.43	1600		3.44	29.09
5000	7.5	1.34	74.67	1800		3.06	32.73
6300		1.19	84.00	2000		2.75	36.36
7500		1.00	100.00	2400		2.29	43.64
8000		0.94	106.67	2500		2.20	45.46
10000		0.75	133.33	3150		1.75	57.27
10000	8	0.5	200.00	3200	1.72	58.18	
20000		0.4	250.00	4000	1.38	72.73	
110/10.5(6.3)kV				4200	1.31	76.36	
6300	10.5	1.67	60.00	5000	1.10	90.91	
8000		1.31	76.19	5600	0.98	101.82	
10000		1.05	95.24	6300	0.87	114.55	

$$\left. \begin{aligned} X_1\% &= \frac{1}{2}(u_{d12}\% + u_{d13}\% - u_{d23}\%) \\ X_2\% &= \frac{1}{2}(u_{d12}\% + u_{d23}\% - u_{d13}\%) \\ X_3\% &= \frac{1}{2}(u_{d13}\% + u_{d23}\% - u_{d12}\%) \end{aligned} \right\} (1-6)$$

$$S_{d1} = \frac{200S_e}{u_{12}\% + u_{d13}\% - u_{d23}\%}$$

表1-6 110kV三相三线圈电力变压器标么值电抗和短路功率

变压器容量 (kVA)		5600	6300	7500	8000	10000	15000	20000	变压器容量 (kVA)	
按阻抗电压 $u_d\%$ 的第一种组合方式	阻抗电压 $u_d\%$	高中 高低 中低	17 10.5 6	17 10.5 6	17 10.5 6	17.5 10.5 6.5	17 10.5 6	17 10.5 6	18 10.5 6.5	高低 高中 中低
	线圈电抗 $x(\%)$	高压 中压 低压	10.75 6.25 -0.25	10.75 6.25 -0.25	10.75 6.25 -0.25	10.75 6.75 -0.25	10.75 6.25 -0.25	10.75 6.25 -0.25	11 7 -0.50	高压 低压 中压
	$S_j = 100\text{MVA}$ 时 线圈电抗标么值 x_*	高压 中压 低压	1.920 1.116 -0.045	1.706 0.992 -0.040	1.433 0.833 -0.033	1.314 0.844 -0.031	1.075 0.625 -0.025	0.717 0.417 -0.017	0.550 0.350 -0.025	高压 低压 中压
	短路功率 (MVA)	高压 中压 低压	52.1 89.6 -2240	58.6 100.8 -2520	69.8 120.0 -3000	74.4 118.5 -3200	93.0 160.0 -4000	139.5 240.0 -6000	181.8 285.7 -4000	高压 低压 中压

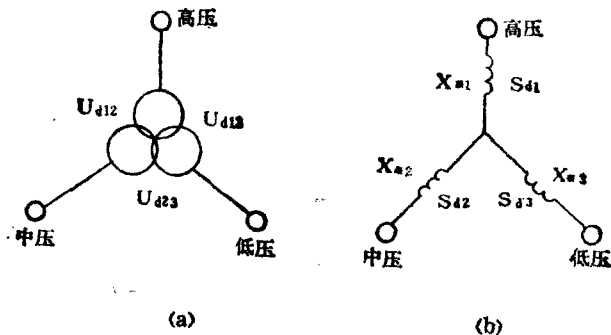


图1-1 三相三线圈变压器等值变换