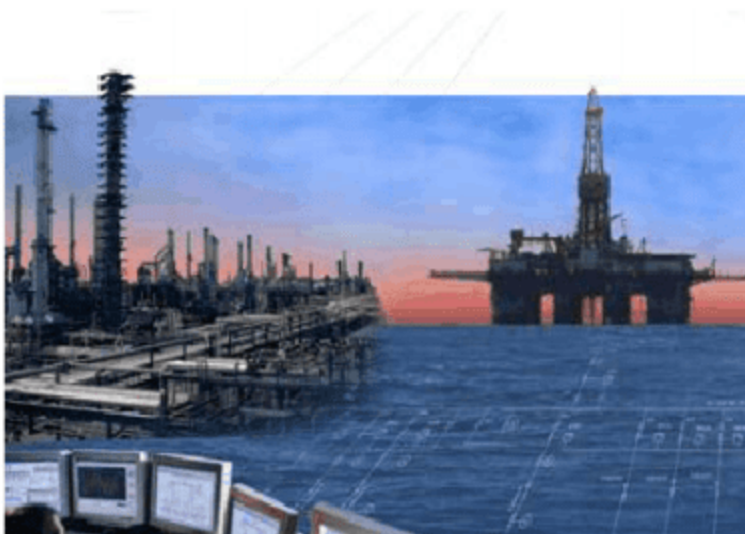




参考资料 I

ETAP 电力及电气系统综合分析计算软件

应用培训例题使用手册

欧特艾远东〔南京〕计算机技术

2023 年 9 月

本文件是公司内部资料，为 OTI FAR-EAST 公司全部。没有得到 OTI FAR-EAST 公司的书面许可，本文件内容不能被翻印、复制、传播，或者泄漏给其他任何人。版权全部©2023 OTI FAR-EAST。

目 录

第一章 系统建模.....	1
第一节 建立工程.....	1

其次节 建立单线图.....	3
第三节 输入元件参数.....	5
其次章 潮流分析.....	12
第一节 潮流分析.....	12
其次节 潮流分析中变压器 LTC 的应用.....	18
第三节 变压器容量估计.....	19
第四节 电缆尺寸选择.....	20
第五节 不同负荷类型与发电类型用于潮流计算.....	22
第三章 短路分析.....	25
第一节 增加短路分析需要的数据.....	25
其次节 设定故障位置与设置短路分析参数.....	25

第三节 三相短路计	
算.....	26
第四节 断路器的选择和电缆热稳定校	
验.....	26
第五节 不对称故障分	
析.....	28
第六节 暂态短路电流计算	
〔IEC363〕	30
第七节 不同的数据版本用于设置系统短路计算的最大与最小运行方	
式.....	32
第四章 电机起动分	
析.....	34
第一节 静态电机起动分	
析.....	34
其次节 动态起动分	
析.....	38
第五章 暂态稳定分	
析.....	43
第一节 增加暂态稳定分析需要的数	
据.....	43
其次节 暂态分析案	
例.....	44

第六章 继电保护配合	52
第一节 添加保护协作需要的数据	52
其次节 案例分析	57
第七章 谐波分析	60
第一节 给静态负荷 LOAD 1 添加谐波电流源数据	60
其次节 在设置谐波源后，对系统进展谐波分析	60
第三节 滤波器设计	61
第四节 在投入滤波器之后的谐波分析	65
第五节 频率扫描	66
第八章 接地网系统	67
第一节 接地网系统的设计	67

其次节 接地网系统的优 化.....	71
第三节 IEEE 方法接地网工程计 算.....	73
第四节 有限元法接地网工程计 算.....	77
完毕 语	82

第一章 系统建模

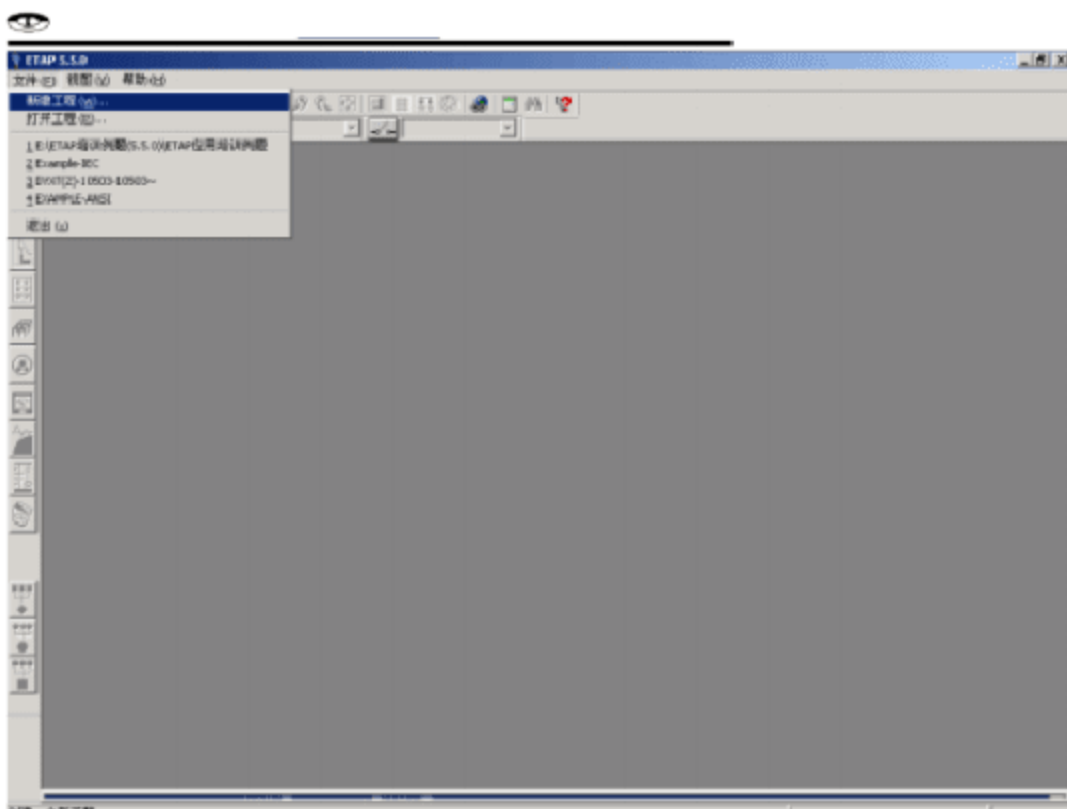
ETAP 软件中，是以工程来治理工作的。同时，在 ETAP 软件中，想要实现潮流分析、短路分析、继电保护协作、暂态稳定分析、电机起动分析、谐波分析、牢靠性评估、优化潮流等工作，都是以单线图为根底的。本章介绍如何建立工程和单线图的根本内容，以及元件参数如何录入的问题。

第一节 建立工程

1、单击桌面上的“中文 ETAP5.5.5”图标，翻开 ETAP5.5.5 中文版软件，如图 1-1 所示。

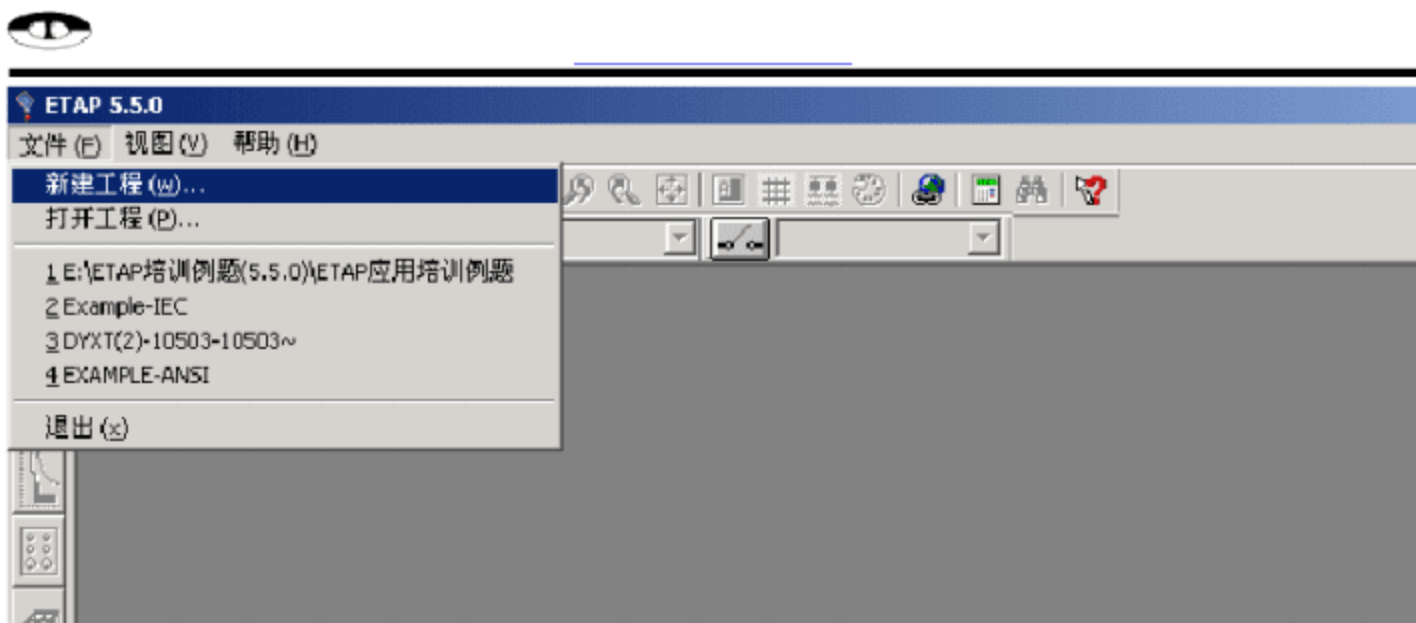
图 1-1 ETAP 5.5.5 界面

2、翻开“文件”下拉菜单，点击“建工程”，如图 1-2



所示。

图 1-2 ETAP5.5.5



- 建工程界面

3、输入文件名，如：“培训例题 1”，选择“米制”，选择文件保存的路径。
〔这里也可以设置数据库或者工程治理的密码〕，如图 1-3 所示。

图 1-3 输入工程文件名的界面

4、点击“确定”，翻开了 ETAP 软件的编辑模式，如图 1-4 所示。

图中自上而下，依次为：标题栏、菜单栏、工具栏、ETAP 软件模块栏、帮助栏；右侧为电力及电气系统元件栏，包括沟通元件、直流元件和仪表及继电器栏；左侧是系统工具栏和工程治理器，其中工程治理器包括“工程视图”、“单线图”、

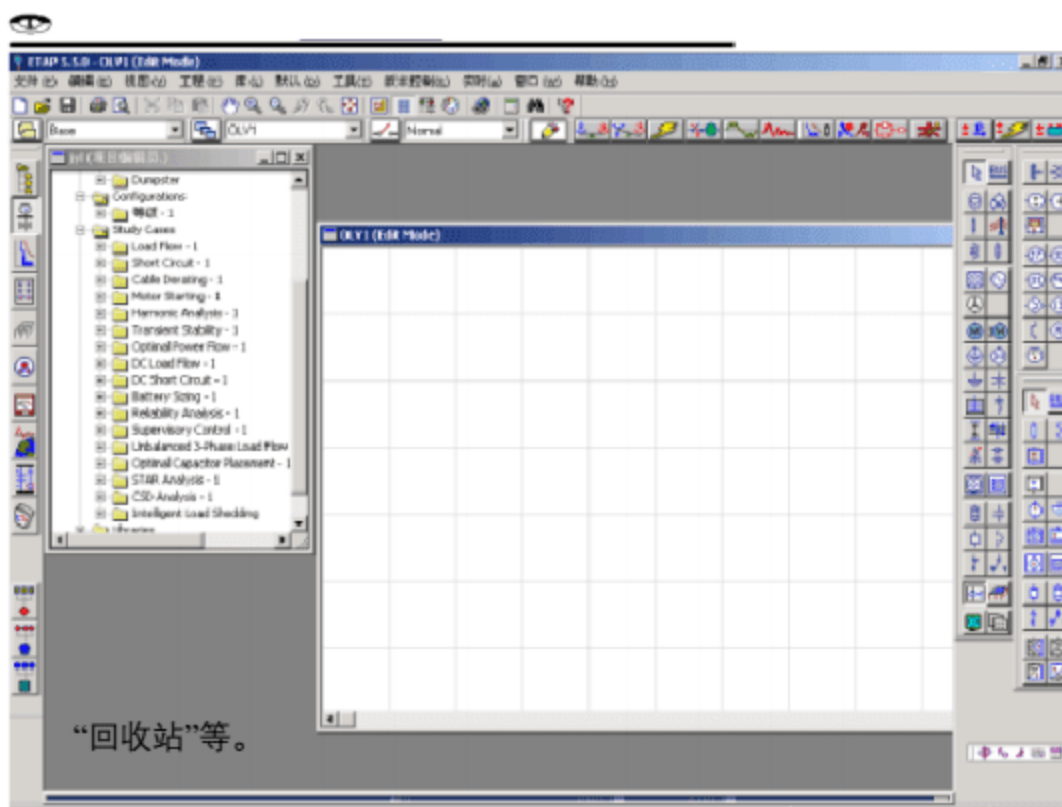
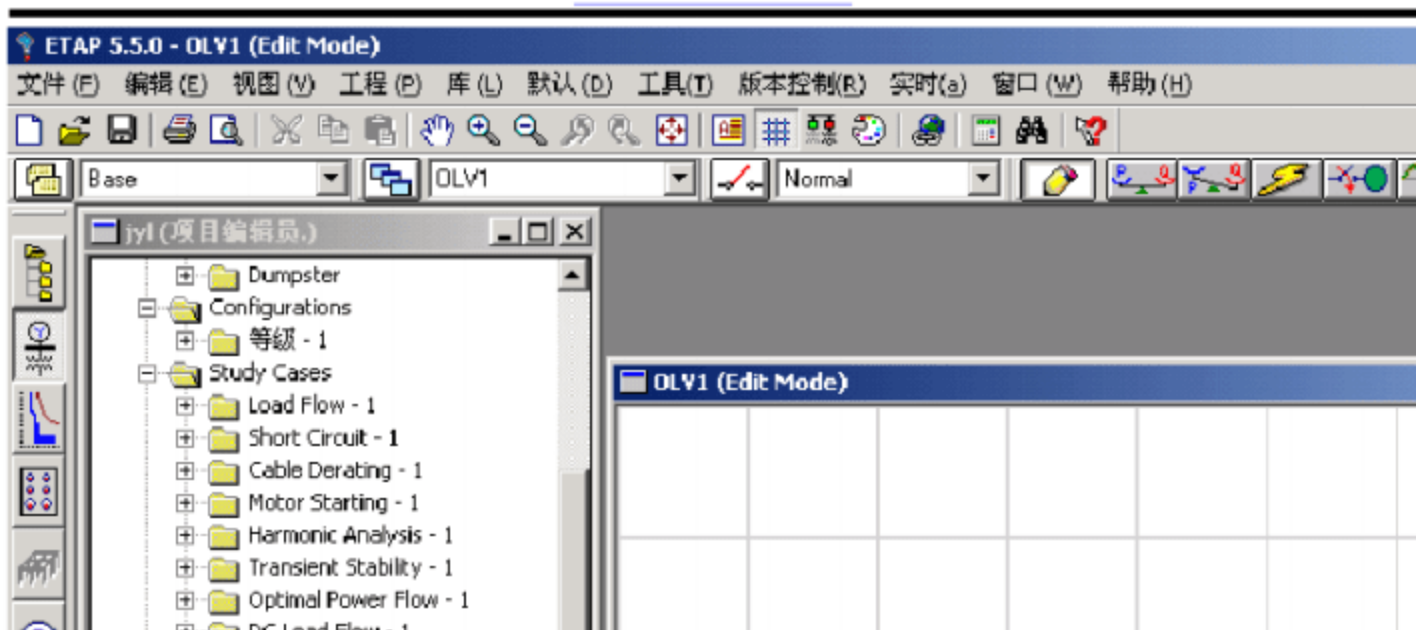


图 1-4 ETAP



软件的编辑模式

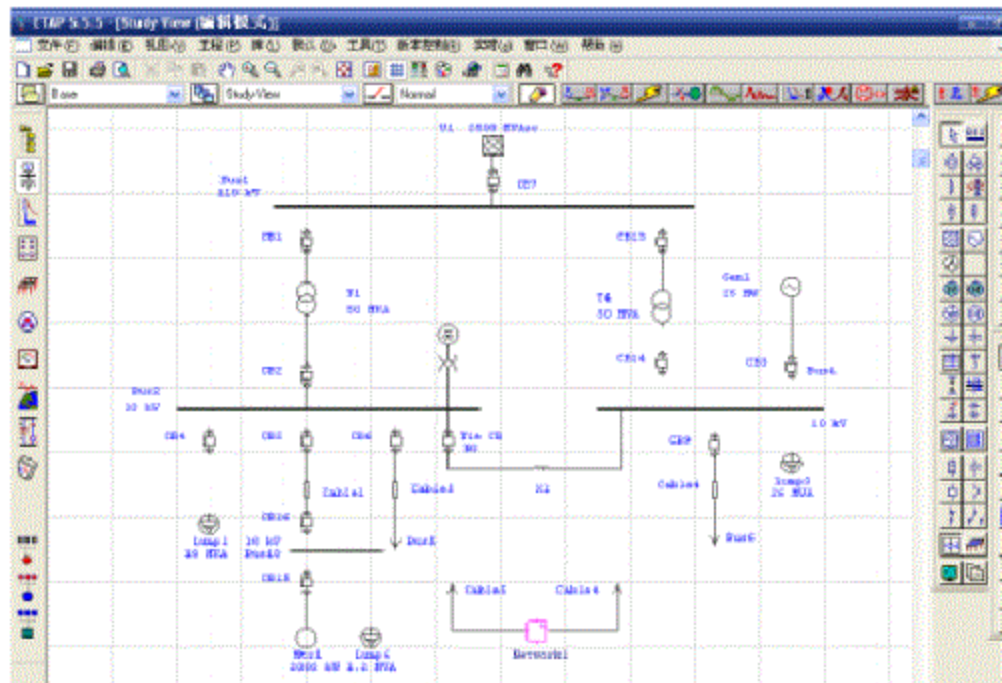
其次节 建立单线图

1、鼠标左键单击元件栏中的沟通元件，拖曳到图纸 OLV1(编辑模式)上，如图 1-5 所示。这些元件分别是：等效电网、变压器、传输线、电缆、等效负荷、母线等。

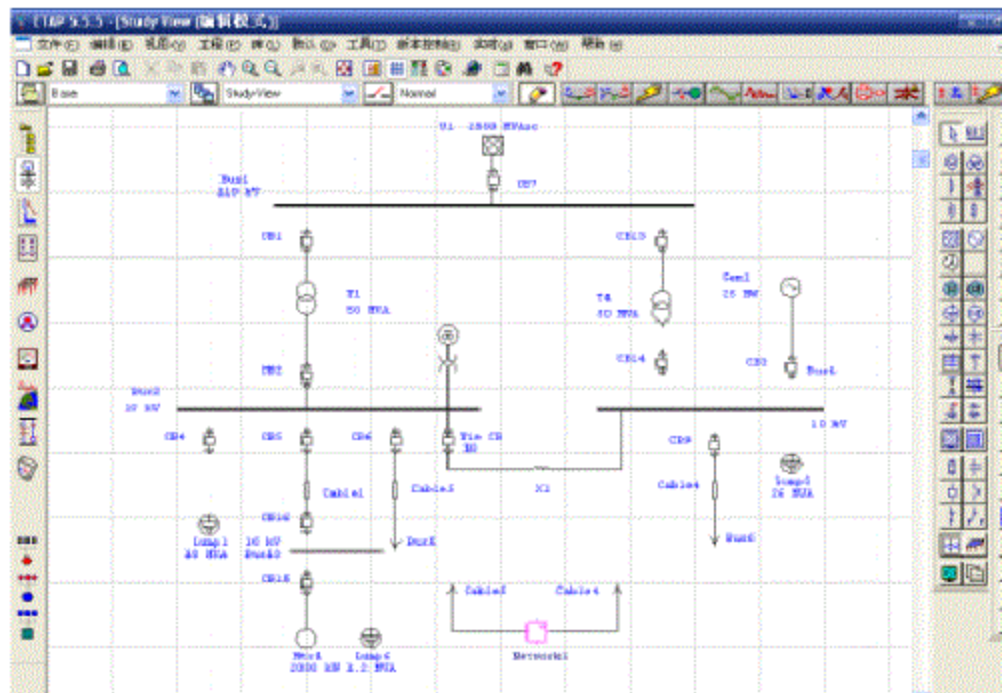
图 1-5 在单线图上添加电力系统元件

2、鼠标左键单击元件的连接端子〔呈红色〕，拖曳到另一个元件的连接端子，呈现红色表示可以连线。依次连线，建立的单线图如图 1-6 所示。

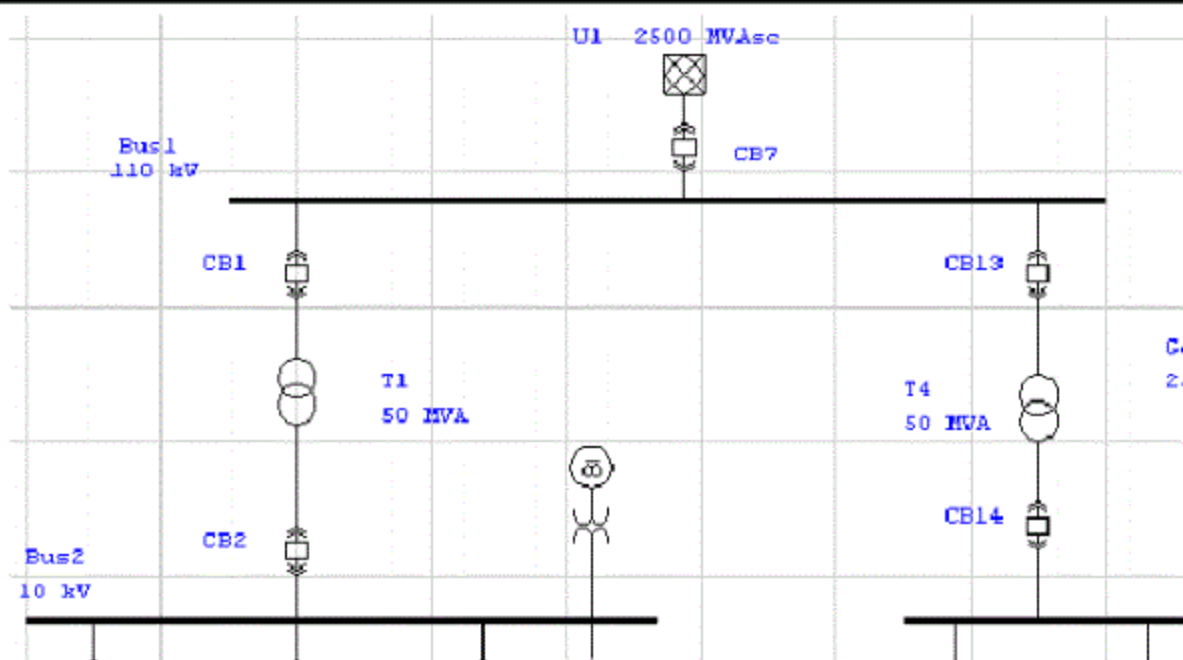
图 1-6



建立的系统单线图



的单线图



第三节 输入元件参数

针对不同的分析计算，所需要录入的参数不同。用户只需录入您将要执行的分析所需要的数据。双击单线图的元件图标，翻开元件编辑器，即可录入元件的相关参数。同时，ETAP 软件还另外供给了一些快速录入数据的便捷方式，如：〔1〕承受元件数据库，快速录入元件参数；〔2〕非独立参数可选择不同录入参数，ETAP 可自动转换为系统内部参数。

1、录入等效电网 U1 参数

双击元件“等效电网 U1”，输入参数：额定电压 110kV，三相短路容量 = 2500MV A，单相短路容量 = 2023MV A，X/R 皆取 30。

图 1-9 等效电网编辑器的额定值属性页

2、录入变压器参数

双击“变压器 T1”，翻开变压器编辑器输入相应参数，如图 1-10 和 1-11 所示。
以同样的方式录入变压器 T2、T3 的参数值，具体参数值见表 1-1。

表 1-1 变压器元件参数表

变压器名称	额定电压(kV)	额定容量(MVA)	分接头 Tap	接地	%Z	X/R
T1	110/10.5	50	0/0	Y ₀ /Δ	10.5	取典型值
T2	10/0.4	0.63	0/0	Δ/Y ₀	取典型值	取典型值
T3	10/0.4	1	0/0	Δ/Y ₀	取典型值	取典型值
T4	110/10.5	50	0/0	Y ₀ /Δ	10.5	取典型值



图 1-10 双绕组变压器 T1 编辑器的“额定值”属性页

图 1-11 双绕组变压器 T1 编辑器的“接地”属性页



3、录入等效负荷参数

双击元件“等效负荷 Lump1”，翻开等效负荷编辑器 - “铭牌”属性页，录入相应的参数：额定容量=18MVA，功率因数(PF=95%。随后 ETAP 自动生成 17.1MW、5.62Mvar、1039A。负荷模型选定：恒容量 kV A=100%，ETAP 自动生成恒阻抗=0%。负荷类型-Design=100%、负荷类型-Normal=90%。如图 1-12



双绕组变压器编辑器: 11

信息 额定值 分接头 接地 容量 保护 谐波 可靠性 注释 评论

50 MVA 110/10.5 kV 110 10.5 kV

额定值

	kV	MVA	最大MVA	满载电流
一次侧	110	50	50	282.4
二次侧	10.5			2749

连接母线

	标称电压
一次侧	110
二次侧	10

阻抗

	X %	R %
正序	10.5	29.5
零序	10.5	20.5

典型 Z/R

典型 Z/X/R

2 变化

	%
0 -5 %分接头	0
0 +5 %分接头	0

2 容量

	%
+	0
-	0

所示：



双绕组变压器编辑器: 11

信息 额定值 分接头 接地 容量 保护 谐波 可靠性 注释 评论

50 MVA Liquid-Fill ONAN/ONAF 65 C 110 10.5 kV

额定值

一次侧 kV MVA 最大MVA 满载电流
110 50 50 362.4

二次侧 10.5 2749

连接母线

标称电压
110
10

阻抗

类型 X/R

正序 % Z X/R
10.5 29.5

零序 10.5 20.5

典型 Z Δ I/R

Z 变化

0 -5 %分接头
0 %

0 +5 %分接头
0 %

Z 容差

+ 0 %
- 0 %

图 1-12 等效负荷 Load1 编辑器的“铭牌”属性页

以同样的方式录入其他等效负荷的参数，具体参数值见表 1-2。

表 1-2 等效负荷元件参数表

等效负荷 名称	额定容量 (MVA)	%PF	负荷类型	
			Design	Normal
Lump1	18	95	100%	90%
Lump2	4	90	100%	100%
Lump3	26	95	100%	100%
Lump4	0.3	90	100%	100%
Lump5	0.6	90	100%	100%
Lump6	1.2	90	100%	100%

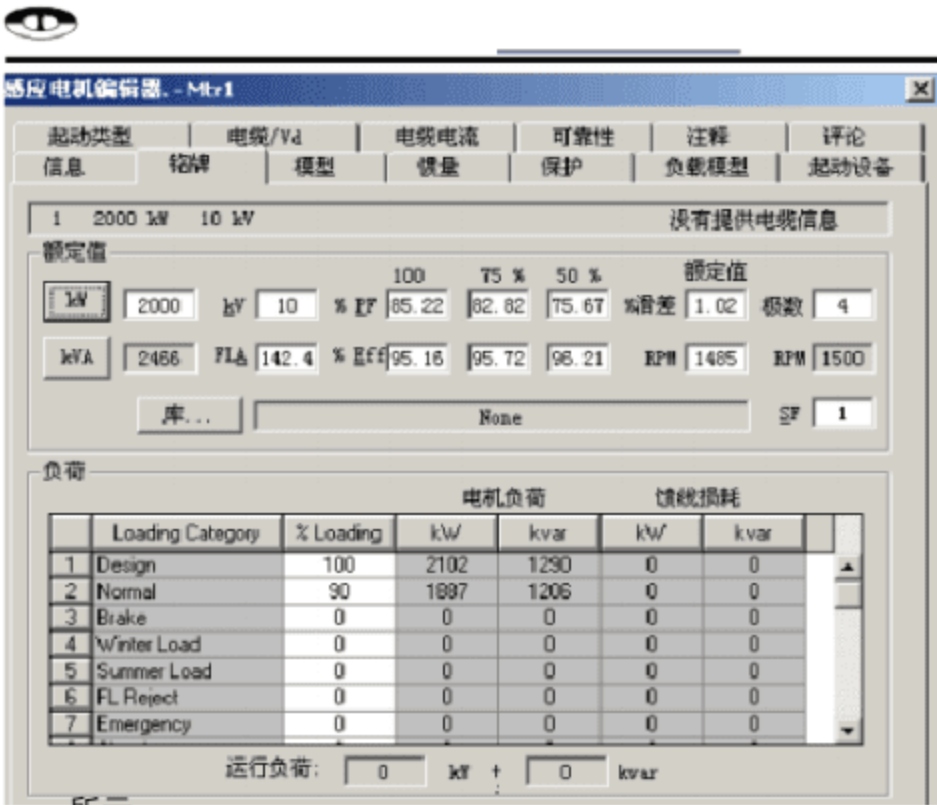
4、录入静态负荷参数

在静态负荷 Load 1 的“负荷”属性页输入：额定容量=8MVA ；功率因数 (PF=85%。ETAP 自动生成 6.8MW、4.214Mvar、461.9A 等数据；负荷类型-Design = 100%、负荷类型-Normal = 80%。如图 1-13 所示。

图 1-13 静态负荷编辑器的“负荷”属性页

5、录入电动机参数

电动机 Mtr1：输入额定功率 2023kW、额定电压 10kV 后自动生成视在功率、满载电流、100% 75% 50%负载下的功率因数及效率、滑差、转速，如图 1-14



感应电动机编辑器 - Mtr1

启动类型	电缆/Vd	电缆电流	可靠性	注释	评论	
信息	铭牌	模型	数量	保护	负载模型	启动设备
1	2000 kW	10 kV	没有提供电缆信息			
额定值						
kW	2000	kV	10	% PF	85.22	82.82
kVA	2466	FLA	142.4	% Eff	95.18	95.72
				%滑差	1.02	极数
						4
				RPM	1485	RPM
						1500
库...	None				SF	1
负荷						
电机负荷 馈线损耗						
	Loading Category	% Loading	kW	kvar	kW	kvar
1	Design	100	2102	1290	0	0
2	Normal	90	1897	1206	0	0
3	Brake	0	0	0	0	0
4	Winter Load	0	0	0	0	0
5	Summer Load	0	0	0	0	0
6	FL Reject	0	0	0	0	0
7	Emergency	0	0	0	0	0
运行负荷:			0 kW	+	0 kvar	

所示。

图 1-14 感应电动机 Mtr1 编辑器的“铭牌”属性页

以同样的方式录入其他 5 台发动机的参数。系统全部电动机的主要参数见表 1-3。其中电动机 Mtr4、Mtr5、Mtr6 共同组成复合电机 Cmtr1。



感应电机编辑器 - Mtr1

起动类型

电缆/va

电缆电流

可靠性

注释

评论

信息

铭牌

模型

惯量

保护

负载模型

起动设备

1

2000 kW

10 kV

没有提供电缆信息

额定值

kW

2000

kV

10

% PF

85.22

100

75 %

50 %

额定值

%滑差

1.02

极数

4

kVA

2486

FLA

142.4

% I_{sc}

95.16

95.72

96.21

RPM

1485

RPM

1500

库...

None

SF

1

负荷

电机负荷

馈线损耗

	Loading Category	% Loading	kW	kvar	kW	kvar
1	Design	100	2102	1290	0	0
2	Normal	90	1887	1206	0	0
3	Brake	0	0	0	0	0

表 1-3 系统全部电动机的主要参数

电动机名称	额定功率 kW	额定电压 kV	负荷类型	
			Design	Normal
Mtr1	2000	10	100%	90%
Mtr2	100	0.38	100%	90%
Mtr3	1000	10	100%	90%
Mtr4	50	0.38	100%	90%
Mtr5	75	0.38	100%	90%
Mtr6	25	0.38	100%	90%



6、录入发电机 Gen1 参数



掌握方式为无功掌握；额定有功功率=25MW；额定电压=10.5kV；功率因数=80%；发电类型=Design，有功功率=25MW，无功功率=15.5 Mvar，

$Q_{\max}=18.75\text{Mvar}$, $Q_{\min}=-8\text{Mvar}$; 发电类型=Normal, 有功功率=20MW, 无功功率=12.4 Mvar , $Q_{\max}=15\text{Mvar}$, $Q_{\min}=-6.5\text{Mvar}$, 如图 1-15 所示。

图 1-15 同步发电机编辑器的“额定值”属性页

7、录入电缆参数

Cable1 : 长度=200m。从 ETAP 数据库中选择 BS6622 XLPE 电缆, 选定标称面积 =

50mm²。电缆 Cable1 的“信息”属性页如图 1-16-1 所示。ETAP 自动生成单位长度的电阻、电抗和电纳的数值。电缆 Cable1 的“阻抗”属性页如图 1-16-2 所示。系统全部电缆的主要参数见表 1-4。

图 1-16-1 电缆 Cable1 编辑器的“信息”属性页

图 1-16-2 电缆 Cable1 编辑器的“阻抗”属性页





电缆编辑器: Cable1

信息	可塑性	阻抗	物理	保护	路径	负载	载流量	尺寸
ES9822	Bag							尺寸
ELFE	100 A	11 kV	L/C	CU	20	mm ²		

位置

名称: Cable1

从: Bus2 10 kV

到: Bus10 10 kV

连接

☒ 进线
☐ 出线

库

库...

☐ 链接库

长度

长度: 200 米

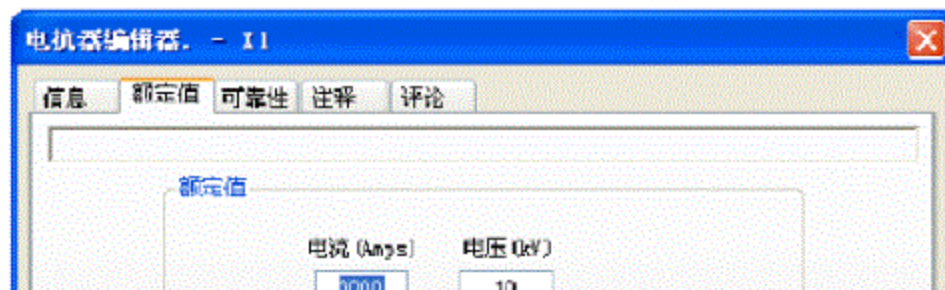
容量: 0 %

导体数/相: 1

表 14 系统全部电缆的主要参数

电缆名称	电缆型号	截面积(mm ²)	长度(m)
Cable1	BS6622 XLPE	50	200
Cable2	BS6622 EPR	400	30
Cable4	BS6622 EPR	400	500
Cable5	BS6622 EPR	400	500





8、录入电抗器参数

电抗器 x1：额定电压=10kV、额定电流=3000A、U_R (%) = 10、X/R=34(取典型值)。输入阻抗知名值：正序阻抗=0.1924Ω，零序阻抗=0.1924Ω。阻抗的计算过程如下

$$Z = 10\% \times 10 \times 103 / (1.732 \times 3000 \Omega = 0.1924\Omega。$$

图 1-17 电抗 x1 编辑器的“额定值”属性页

9、母线标称电压取系统标称电压。

10、断路器额定电压取 ETAP 设备数据库的相关断路器的额定电压。11、其他数据：略

其次章 潮流分析

ETAP 软件不仅能够实现潮流分析功能，同时还能关心电力系统规划设计工作。如：〔1〕优化系统运行状态〔2〕在规划设计中帮助用户重选择设备规格。

第一节 潮流分析

1、编辑好单线图并录入参数后，点击“模式”工具栏的“潮流分析”按钮切换到潮流分析模式，弹出“分析案例”工具栏，窗体右侧的切换为“潮流”工具栏。

2、在“潮流分析案例”工具栏上，通过“分析案例”下拉菜单项选择择想要编辑的分析案例名称，如 LF，切换到分析案例 LF。〔这里也可以建一个潮流分析案例〕

3、在“潮流分析案例”工具栏上，点击“编辑分析案例”按钮，翻开“潮流分析案例”编辑器，编辑该潮流分析案例。该编辑器有四个属性页中，具体设置如下：

(1) 信息页

①有关设置项的说明：在此可以对潮流计算方法〔牛顿－拉夫迅法、快速解耦法等〕、最大迭代次数等进展设置，如图 2-1 所示。其中：(a 选定“更”－“变压器 LTC”复选框表示在潮流计算过程中考虑更变压器有载调整分接头〔LTC〕的位置；(b 选定“方法－应用变压器相移”复选框表示潮流计算结果－母线电压的相角是考虑了变压器相移的。

图 2-1



潮流分析案例编辑器的“信息”属性页

②本算例的设置：具体设置状况也如图 2-1 所示。

(2) 负荷属性页

①有关设置项的说明

a、发电类型

ETAP 软件有 10 个发电类型可以选择，它们分别通过发电机额定功率的百分数来指定发电机送出的功率，如图 2-2 所示。

图 2-2 潮流分析案例编辑器的“负荷”属性页 - 发电类型

图 2-3