

第一章 系统建模

ETAP软件是一种非常全面的工程解决方案，可以进行设计、仿真，进行发电、传输、配电和独立电力系统等方面的分析。经过不断地优化和发展，使用户可以在同一界面窗口下，图形化的完成对包含多重子系统（如：交流系统和直流系统、电缆管道、接地网、GIS、配电板、继电保护、交流和直流控制系统等）的复杂电力系统的处理。

ETAP软件是以工程 项目文件为基础 来组织、管理工作的。每一个项目文件为电力系统建模和分析提供了所有必要的编辑工具和相应的支持。项目文件由系统的电气设备及其相互的联接组成。ETAP中的每一个项目文件都提供了一整套的分析计算方法、用户访问控制以及分别存储设备和联接数据的独立数据库。

同时，在 ETAP软件中，想要实现潮流分析、短路分析、继电保护配合、暂态稳定分析、电机起动分析、谐波分析、可靠性评估、优化潮流等工作，都是以单线图为基础的。本章介绍如何建立工程和单线图的基本内容，以及元件参数如何录入的问题。

第一节 建立工程

- 1、双击桌面上的“中文 ETAP 11.1.1”图标，打开 ETAP 11.1.1 中文版软件，如图 1-1所示。

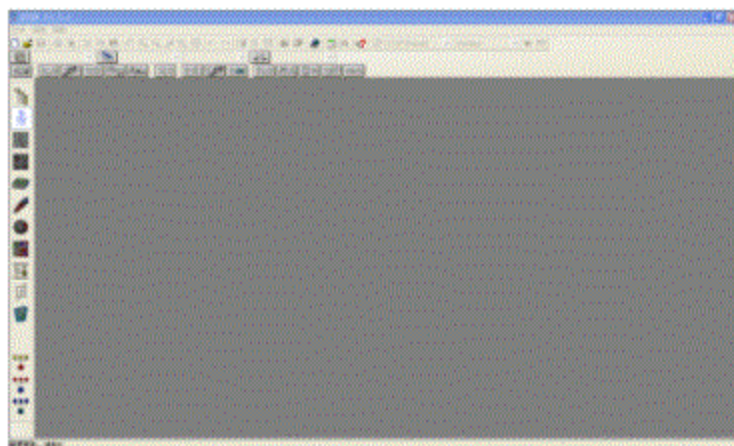


图 1-1 ETAP 11.1.1 界面

- 2、打开“文件”下拉菜单，点击“新建工程”，如图 1-2 所示。

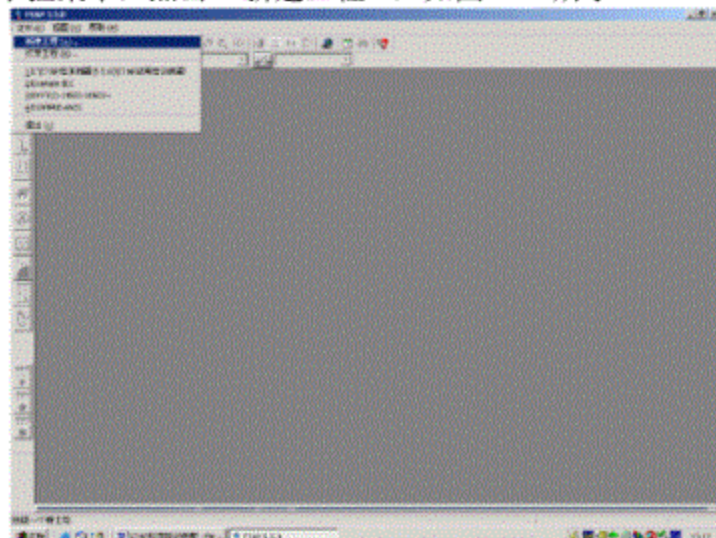


图 1-2 ETAP 11.1.1 新建工程界面

- 3、输入工程文件名称，如：“例题—gddq01”，选择单位系统为“公制”，选择文件保存的路径。（如果需要这里也可以设置数据库或者工程管理的密码），如图 1-3所示。

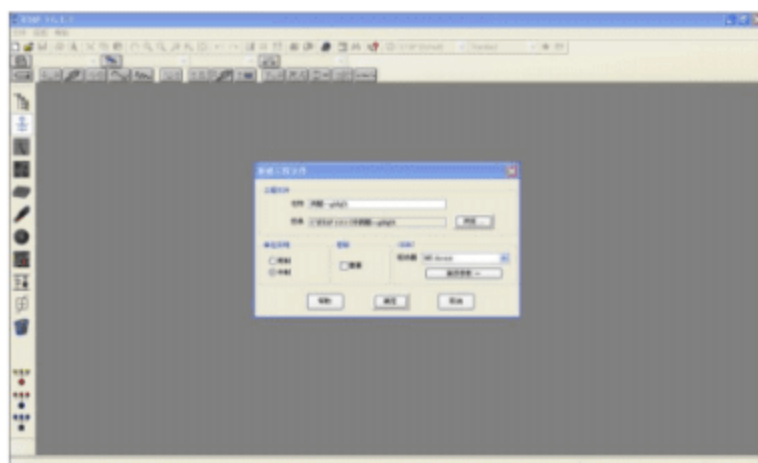


图1-3 输入工程文件名的界面

- 4、点击“确定”，打开了 ETAP 软件的编辑模式，如图 1-4所示。下面对编辑模式界面作简单的介绍：

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，包括交流元件、直流元件和仪表及继电器栏；左侧是系统工具栏和项目管理器，其中系统工具栏包括 Star 系统（保护设备配合系统）、“地下电缆管道系统”、“接地网系统”、“电缆拉力系统”、“实时系统”、“地理信息系统”、“控制系统图”和“用户自定义模型（UDM 图形编辑器”等；项目管理器包括“工程视图”、“单线图”和“回收站”等。

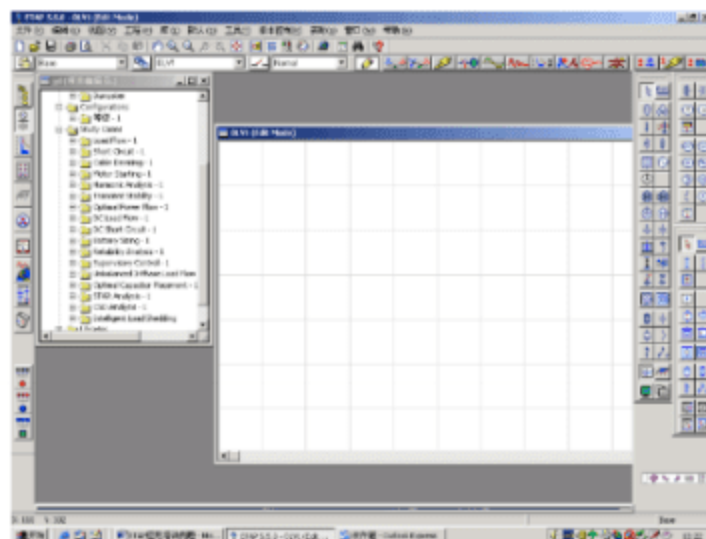


图 1-4 ETAP 软件的编辑模式

- 5、打开“工程”下拉菜单，分别点击“信息”和“标准”，进入“工程信息”和“工程标准”对话框，如图下所示，对其进行设置。



第二节 建立单线图

- 1、鼠标左键单击元件栏中的交流元件，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、母线、发动机、变压器、传输线、电缆、等效负荷、电动机、电抗器、断路器等。

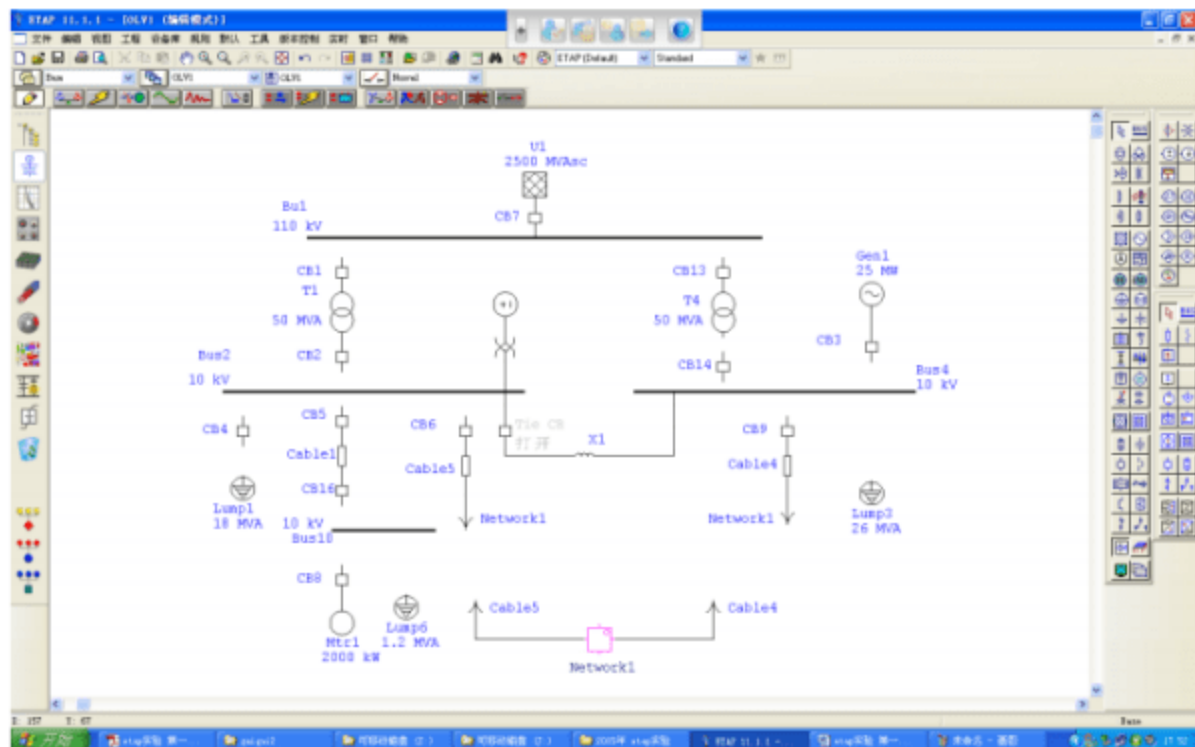


图 1-5 在单线图上添加电力系统元件

- 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。

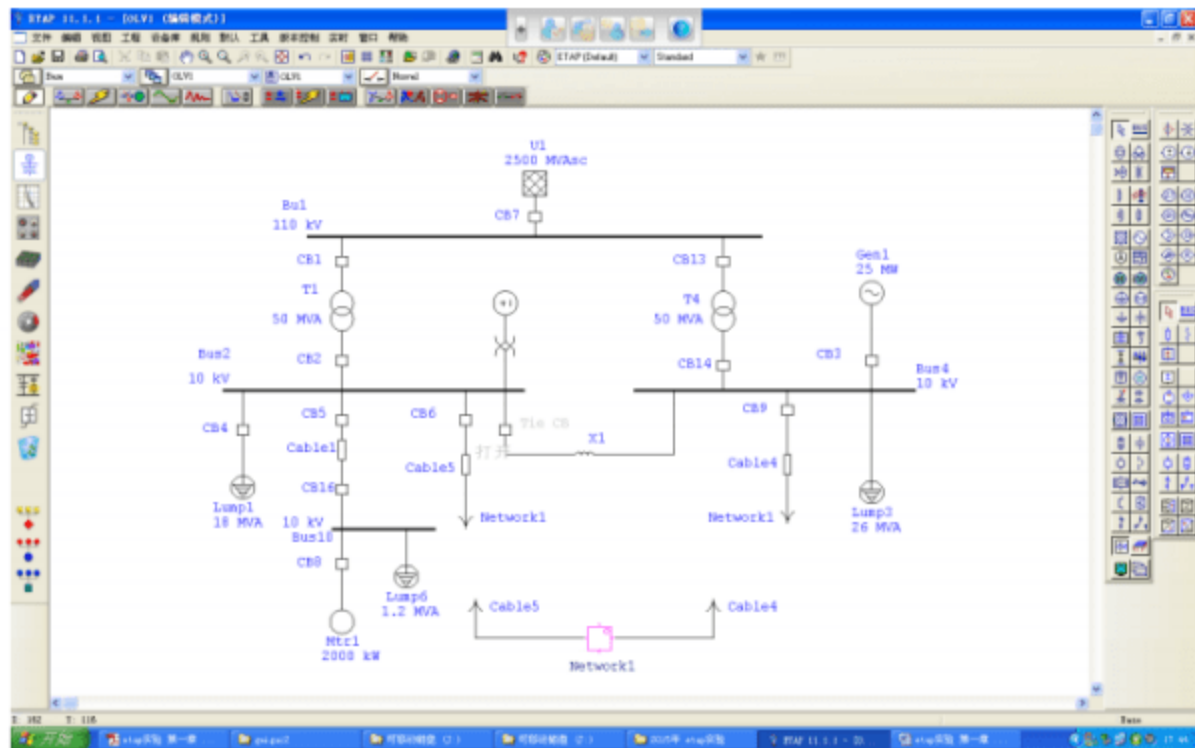


图 1-6 建立的系统单线图

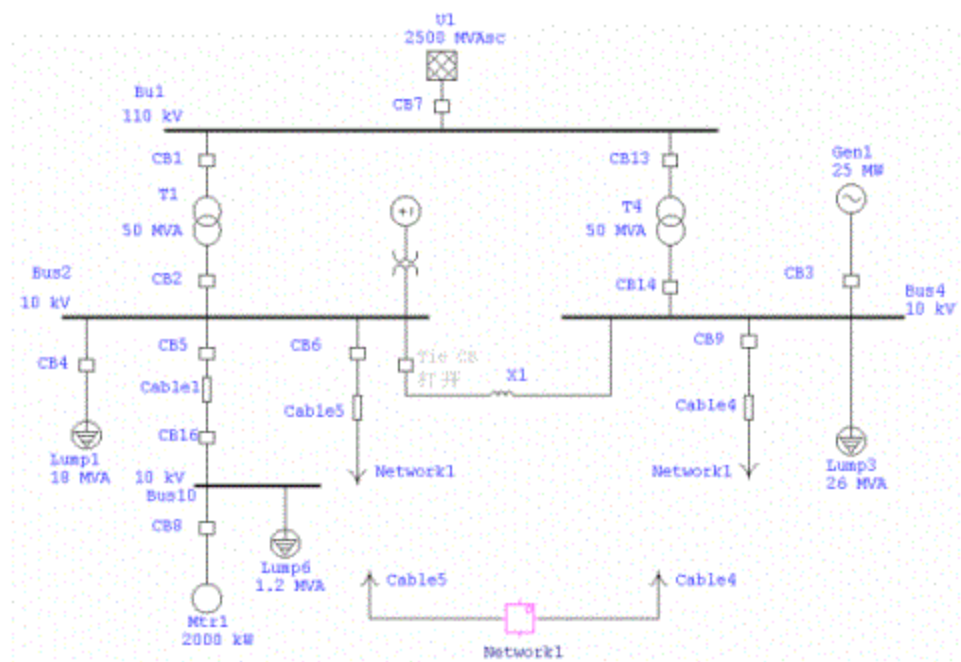


图 1-7 放大的系统单线图

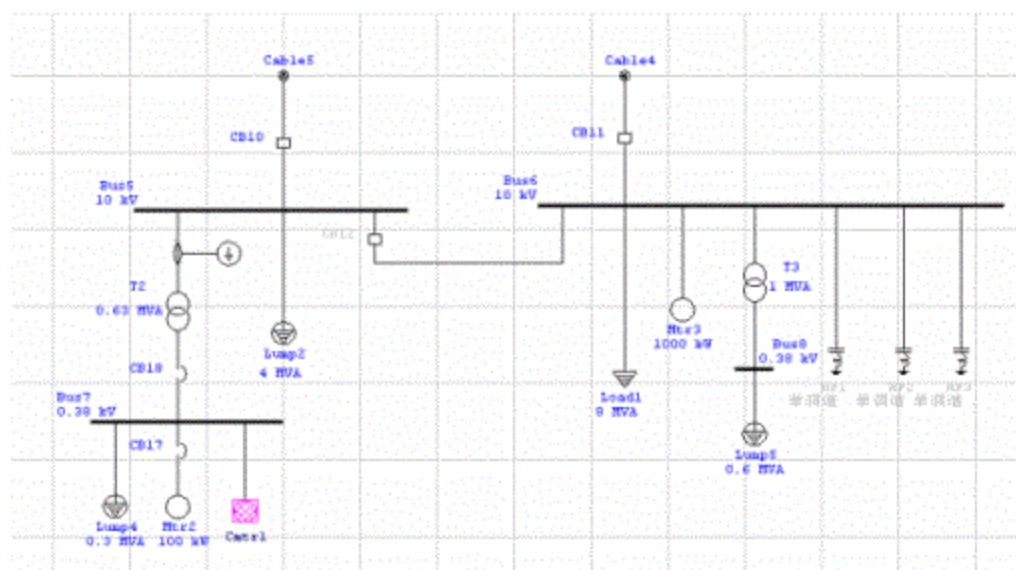


图 1-8 复合网络 Network1 的单线图

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，打开元件编辑器，即可录入元件的相关参数。同时，ETAP 软件还另外提供了一些快速录入数据的便捷方式，如：（1）采用元件数据库，快速录入元件参数。比如电缆，我们可以直接从数据库里选择，这样就有了电缆的阻抗，不用手动输入阻抗了。（2）对于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。也就是有些数据之间是有关联的，只要输入一个，其他的可以计算出来。比如下图的短路容量、短路电流和短路阻抗以及电压之间就有此关系，电压确定后，输入短路容量就能算出短路电流或者输入短路电流就能得到短路容量，二者只需输入一个，所以称为非独立参数。

1、录入母线参数

母线标称电压取系统标称电压。

母线名称	标称电压 (kV)	初始电压 (%V)	初始相角	负荷调整系数	
				最小	最大
Bus1	110	100	0	80	125
Bus2	10	100	0	80	125
Bus4	10	100	0	80	125
Bus5	10	100	0	80	125
Bus6	10	100	0	80	125
Bus7	0.4	100	0	80	125
Bus8	0.4	100	0	80	125
Bus10	10	100	0	80	125

2、录入等效电网 U1 参数

双击元件“等效电网 U1”，输入参数：运行模式，额定电压 =110kV，三相短路容量=2500MVA，单相短路容量=2000MVA，X/R 皆取 30。



图 1-9 等效电网编辑器属性页

3、录入变压器参数

双击“变压器 T1”，打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	Y0/Δ	10.5	取典型值
T2	10/0.4	0.63	0/0	Δ/Y0	取典型值	取典型值
T3	10/0.4	1	0/0	Δ/Y0	取典型值	取典型值
T4	110/10.5	50	0/0	Y0/Δ	10.5	取典型值



图 1-10 双绕组变压器 T1 编辑器的“额定值”和“阻抗”属性页

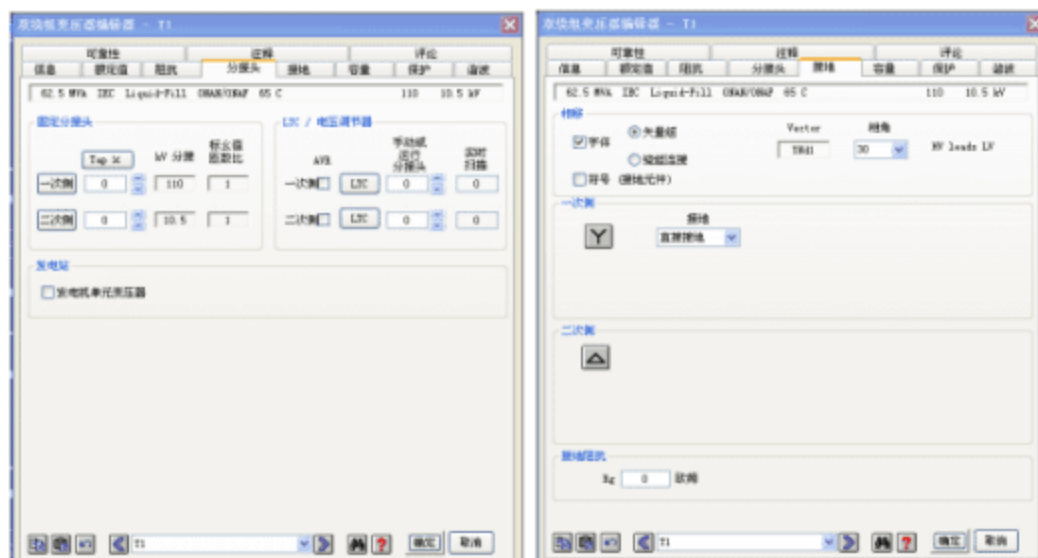


图 1-11 双绕组变压器 T1 编辑器的“分接头”和“接地”属性页

4、录入等效负荷参数

双击元件“等效负荷 Lump1”，打开等效负荷编辑器——“铭牌”属性页，录入相应的参数：负荷类型=传统的（Conventional），额定电压=10kV，额定容量=18MVA 功率因数(%PF)=95% 随后 ETAP 自动生成有功 17.1MW 无功 5.62Mvar、电流 1039A。负荷模型选定：电动机负荷百分数（恒容量 kVA）=100% ETAP 自动生成 静态负荷百分数（恒阻抗 Z）=0% 负荷类型 :Design=100 %、Normal=90%。如图 1-12 所示：



图 1-12 等效负荷 Load1 编辑器的“信息”和“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		负荷类型	
			恒容量	恒阻抗	Design	Normal
Lump1	18	95	100%	0	100%	90%
Lump2	4	90	100%	0	100%	100%
Lump3	26	95	100%	0	100%	100%
Lump4	0.3	90	100%	0	100%	100%
Lump5	0.6	90	100%	0	100%	100%
Lump6	1.2	90	100%	0	100%	100%

5、录入静态负荷参数

在静态负荷 Load 1 的“负荷”属性页输入：额定电压 =10kV，额定容量 =8MVA，功率因数 (%PF)=85%。ETAP 自动生成有功 6.8MW、无功 4.214Mvar、电流 461.9A 等数据；负荷类型：Design=100%、Normal=80%、电缆（型号 BS6622 EPR、Cable2 长度 30 米、截面积 400mm²）。如图 1-13 所示。



图 1-13 静态负荷编辑器的“负荷”属性页

6、录入感应电动机参数

电动机 Mtr1：输入额定功率 2000kW、额定电压 10kV、功率因数 (%PF)和 100%、75%、50%负载时的效率（%Eff）后自动生成视在功率、满载电流，如图 1-14 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。系统所有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。

表 1-3 系统所有电动机的主要参数

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 %

7、录入发电机 Gen1 参数

运行模式为无功控制；额定有功功率 =25MW；额定电压 =10.5kV；功率因数 (%PF)=80%；发电类型为 Design 时，有功功率 =25MW，无功功率 =15.5 Mvar，Qmax=18.75Mvar，Qmin=-8 Mvar；发电类型为 Normal 时，有功功率 =20MW，无功功率 =12.4 Mvar，Qmax=15 Mvar，Qmin=-6.5 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

8、录入电缆参数

Cable1: 长度=200m。从 ETAP 数据库中选择 BS6622 XLPE（橡胶绝缘）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。系统所有电缆的主要参数见表 1-4。

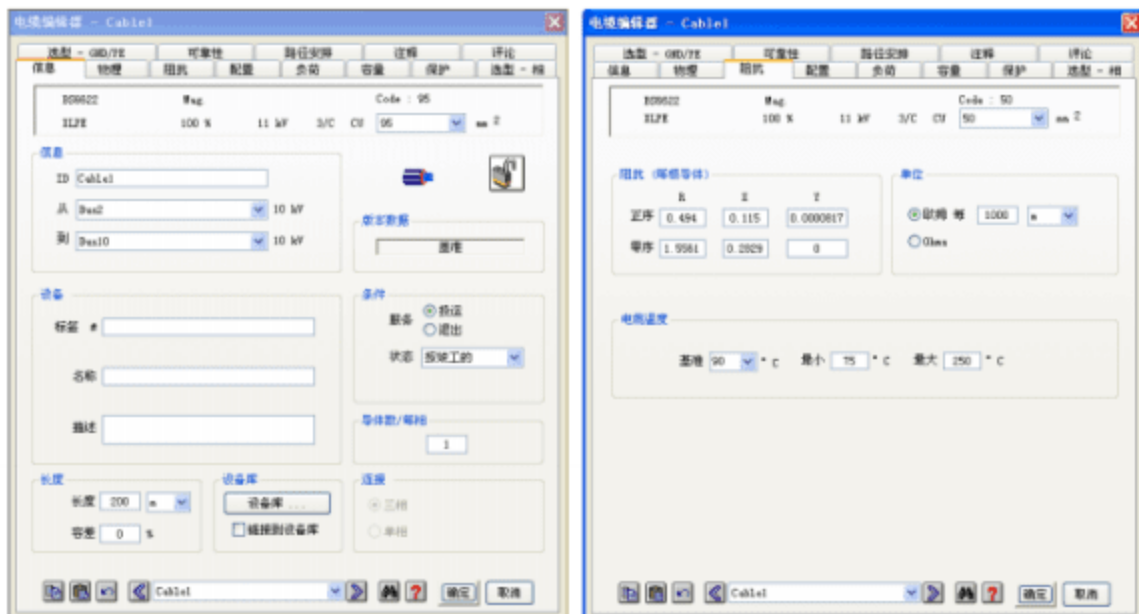


图 1-16 电缆 Cable1 编辑器的“信息”和“阻抗”属性页

表 1-4 系统所有电缆的主要参数

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

9、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)。输入阻抗有名值：正序阻抗 =0.1924 Ω ，零序阻抗 =0.1924 Ω 。阻抗的计算过程如下：

$$Z = 10\% \times 10 \times 10^3 / (1.732 \times 3000) \approx 0.1924 \Omega$$



图 1-17 电抗 X1 编辑器的“信息”和“额定值”属性页

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