第二章 潮流分析

ETAP潮流分析程序，计算母线电压、支路功率因数、电流和整个电力系统的潮流。此软件不仅能够实现潮流分析功能，同时还能辅助电力系统规划设计工作。如：（1）优化系统运行状态（2）在规划设计中协助用户重新选择设备规格。

第一节 潮流分析

1、编辑好单线图并录入参数后，点击“模式工具条”的“潮流分析”按钮切换到潮流分析模式，视窗上部弹出“分析案例工具条”，视窗右侧切换为“潮流工具条”。

2、在潮流“分析案例工具条”上，通过“分析案例”下拉菜单选择想要编辑的分析案例名称，如LF，切换到分析案例LF。（这里也可以新建一个潮流分析案例）

3、在潮流“分析案例工具条”上，点击“编辑分析案例”按钮，打开“潮流分析案例”编辑器，编辑该潮流分析案例。该编辑器包括四个属性页，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－拉夫逊、快速解耦、加速高斯-塞德尔法等）、最大迭代次数和精度等进行设置，如图 2-1 所示。其中：

(a) “更新” －选择“初始母线电压”复选框表示用潮流运行结果来更新母线电压的幅值，更新后初始母线电压更接近最终结果，更新会导致以后潮流分析更快收敛；选择“变压器 LTCs”复选框表示在潮流计算过程中考虑更新变压器带载调节分接头（LTC）的位置，也就是说变压器的分接头设定由变压器带载调节分接头精确度决定；选择“电缆负荷电流”复选框表示从上一次运行潮流分析中转移数据到电缆负荷电流数据，数据转移到潮流分析中的每根电缆的电缆编辑器运行负荷电流；(b)选定“计算方法”－“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，可在变压器编辑器中找到变压器的移相。

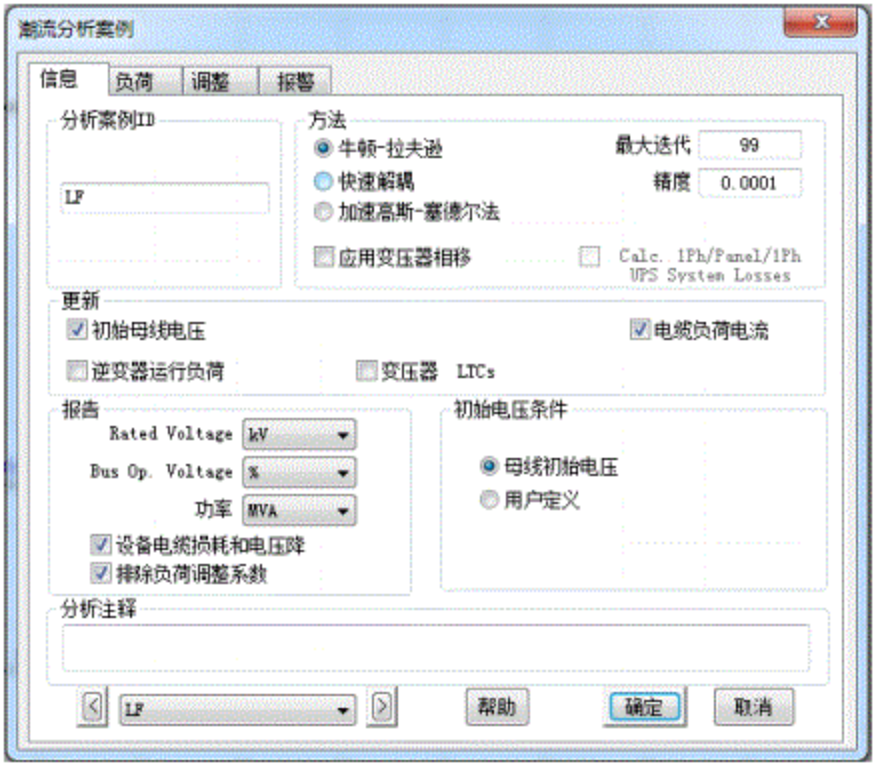

图 2-1 潮流分析案例编辑器的“信息”属性页

②本算例的设置：具体设置情况见如图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 种发电类型可以选择，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。

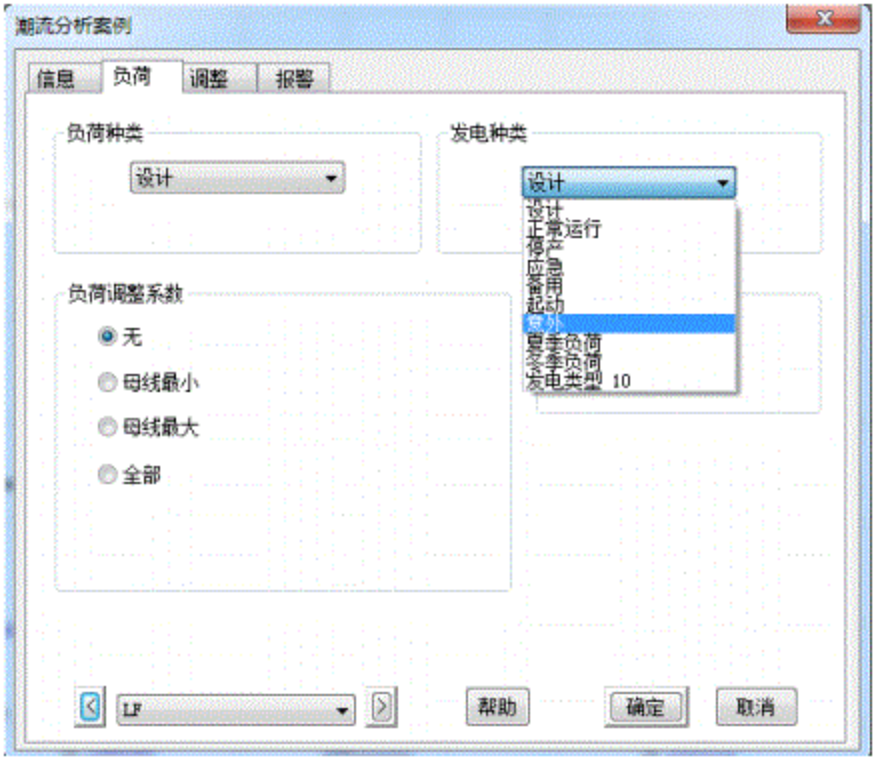

图 2-2 潮流分析案例编辑器的“负荷”属性页—发电类型

10种发电类型的名称分别为：Design设计、Normal正常、Shutdown关机、Emergency突发事件、Standby备用、Startup起动、Accident偶发事故、Summer Load、Winter Load、Gen Cat 10，如图2-3 所示。也可以点击菜单栏的工程→设置→发电类型，打开其编辑器修改ETAP给出的名称。

原创力文档
max.book118.com
预览与源文档一致下载高清无水印

图 2-3 发电类型名称编辑器

b、负荷类型：有 10 种可以选择，它们分别通过负荷额定容量的百分数来指定负荷消耗的有功和无功功率，如图 2-4 所示。

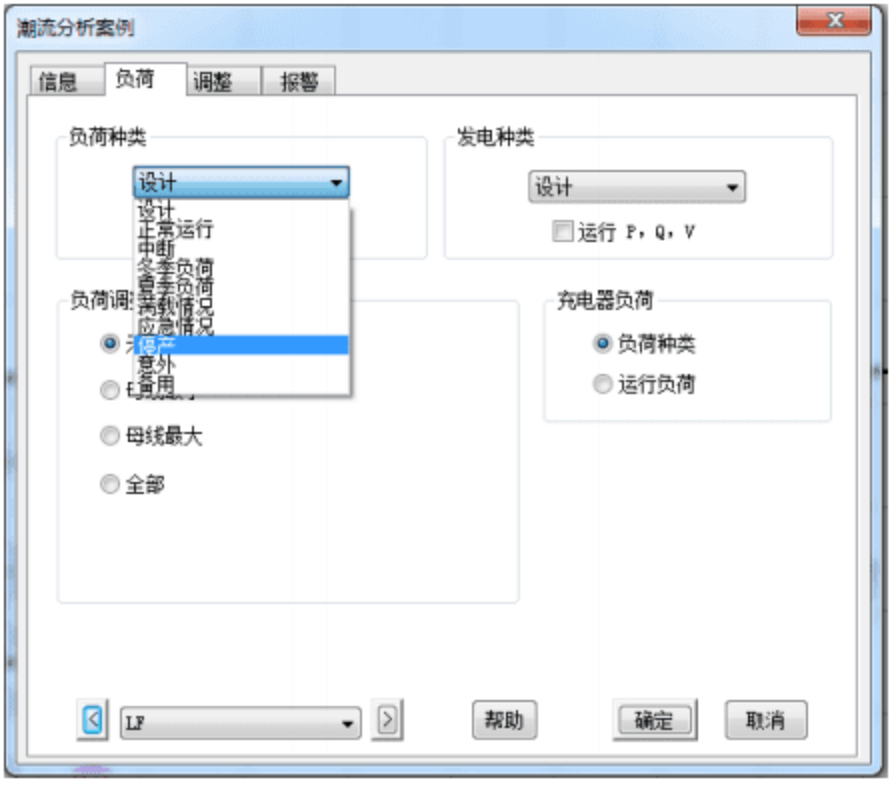

图 2-4 潮流分析案例编辑器的“负荷”属性页—负荷类型

10 种负荷类型的名称分别为：Design、Normal、Brake 中断、Winter Load、Summer Load、FL Reject 满载情况、Emergency、Shutdown、Accident、Backup，如图 2-5 所示，也可以点击菜单栏的工程→设置→负荷类型，打开其编辑器修改 ETAP 给出的名称。ETAP 软件的负荷包括：感应电动机、同步电动机、等效负荷、静态负荷等。

图2-5 负荷类型名称编辑器

c、如图2-6 所示，负荷调整系数的意义：

(a)复选框“无”表示：负荷取值＝负荷额定容量×负荷类型（即额定容量的百分数）；

(b)复选框“母线最小”表示：负荷取值＝负荷额定容量×负荷类型×母线的负荷

调整系数的最小百分数；

(c)复选框“母线最大”表示：负荷取值＝负荷额定容量×负荷类型×母线的负荷调整系数的最大百分数；

(d)复选框“全部”表示：负荷取值＝负荷额定容量×负荷类型×指定的各类负荷的百分数，例如图2-6设置即取全部恒容量负荷的125％；

图 2-6 潮流分析案例编辑器的“负荷”属性页－负荷调整系数

说明：在母线编辑器的“信息”属性页指定母线的负荷调整系数(%)，默认最小值=80%， 默认最大值=125％，如图2-7 所示。

②本算例的设置：将负荷类型、发电类型均设置为“Design”，负荷调整系数选择“无” 复选框，具体设置如图 2-8 所示：

原创力文档
max.book118.com
预览与源文档一致,下载高清无水印

图 2-7 母线 Bus4 编辑器的“信息”属性页—负荷调整系数

图 2-8 潮流分析案例编辑器的“负荷”属性页设置

（3）调整属性页：取默认设置值。

（4）报警属性页：潮流分析后设置临界和边界报警的范围，在保护设备、母线、

变压器、电缆、电抗器、发电机等有过载现象发生时，该系统报警。临界呈红色，边界呈粉红色。此处取默认设置值。潮流分析案例的“报警”属性页如图 2-9 所示。

原创力文档
max.book118.com
预览与源文档一致下载高清无水印

图2-9 潮流分析案例编辑器的“报警”属性页

4、编辑好潮流分析案例后，点击“潮流”工具条中的“运行潮流计算”按钮，ETAP 运行潮流分析案例 LF，选取输出报告名称=LF_Report。潮流分析出现报警提示：母线 Bus10、Bus2、Bus5、Bus6 的电压超过 102%标称电压；Bus4、Bus8 的电压超过 105%标称电压；电缆 Cable1 电流超过额定电流，达到 128.7%；发电机运行功率等于额定功率，即达到 100%；变压器 T2 的负荷已经超过 95%额定容量。报警窗口如图 2-10 所示。

Load Flow Analysis Alert View - Output Report: LF_Report

分析案例: LF　　数据修订: Base

配置: Normal　　日期: 26-05-2007

临界

设备 ID	类型	状态	额定/限制	运行	运行百分数	相类型
Bus4	母线	过电压	10 kV	10.531	105.3	3-Phase
Bus8	母线	过电压	0.4 kV	0.424	105.9	3-Phase
Cable1	电缆	过负荷	161 Amp	207.247	128.7	3-Phase
Gen1	发电机	过负荷	25 MW	25	100	3-Phase

边界

设备 ID	类型	状态	额定/限制	运行	运行百分数	相类型
Bus10	母线	过电压	10 kV	10.202	102	3-Phase
Bus2	母线	过电压	10 kV	10.253	102.5	3-Phase
Bus5	母线	过电压	10 kV	10.236	102.4	3-Phase
Bus6	母线	过电压	10 kV	10.487	104.9	3-Phase
T2	变压器	过负荷	0.63 MVA	0.613	97.4	3-Phase

图 2-10 潮流分析模块的报警窗口

第二节 潮流分析中变压器LTC 的应用

1、投入双绕组变压器 T1 高压侧的 LTC，即选定一次侧 LTC 的 AVR，“√”表示选定，如图 2-11 所示。单击“LTC”按钮，出现“负荷分接头调节器”编辑器，在计算过程中自动调节分接头，使得母线 Bus2 的电压达到 100%母线标称电压，如图 2-12 所示。对于双绕组变压器 T4，也投入负荷分接头调节器（LTC）。

图 2-11 双绕组变压器 T1 编辑器的“分接头”属性页 –LTC / 电压调节器

图 2-12 双绕组编辑器 T1 编辑器—“分接头”属性页—“带载分接头调节器(LTC)”

2、重新运行潮流分析案例 LF，母线电压超过临界和边界的报警消除，电缆 Cable1 过负荷状况仍然存在，发动机 Gen1 发电功率达到 100%额定功率，变压器 T2 的负荷已经超过 95%额定容量，如图 2-13 所示。

Load Flow Analysis Alert View - Output Report: LF_Report

分析案例: LF　　数据修订: Base

配置: Normal　　日期: 26-05-2007

临界

设备 ID	类型	状态	额定/限制	运行	运行百分数	相类型
Cable1	电缆	过负荷	161 Amp	212.768	132.2	3-Phase
Gen1	发电机	过负荷	25 MW	25	100	3-Phase

边界

设备 ID	类型	状态	额定/限制	运行	运行百分数	相类型
T2	变压器	过负荷	0.63 MVA	0.614	97.4	3-Phase

图2-13 投入LTC 之后的潮流分析的报警视窗

第三节 变压器容量估计

潮流计算结果显示变压器T2容量不够，需要重新选择容量。具体操作如下：

1、打开变压器 T2 编辑器的“容量”属性页，如图 2-14 所示。指定负荷增长因子为 110%，海拔高度为 500 米，环境温度为 30 °C。单击“连接”按钮，选择“较大容量”的数值，单击“确定”按钮。重新选择了 800kVA 变压器。

图 2-14 双绕组变压器 T2 的“容量”属性页

原创力文档
max.book118.com
源文档一致下载高清无水印

2、再次运行潮流分析案例 LF，则变压器 T2 过负荷报警提示消除。潮流分析的报警窗口如图 2-15 所示。

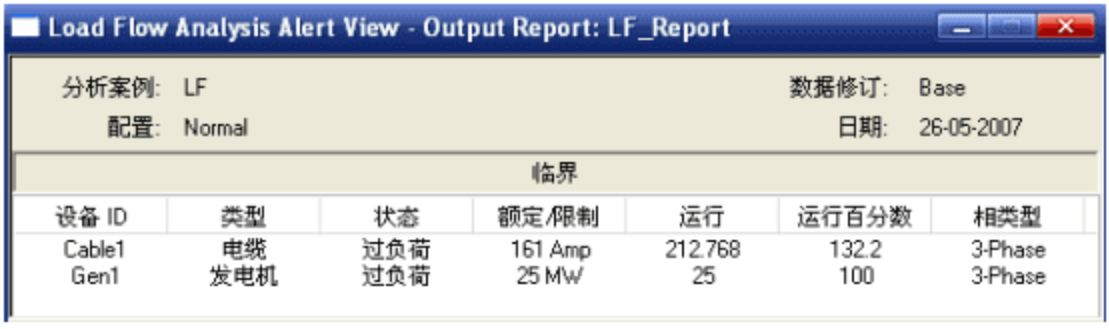

图2-15 在投入LTC和重选变压器容量之后，潮流分析报警窗口

第四节 电缆尺寸选择

以电缆 Cable1 为例，它的“容量”属性页如图 2-16 所示。电缆 Cable1：50mm²、铜质、11kV、BS6622、XLPE（橡胶绝缘聚乙烯）、3/C（三芯）。数据版本＝Base，电缆 Cable1 编辑器－“容量”属性页：安装标准是 NEC, 安装类型是“架空电缆桥架”，运行温度 T_a（环境温度）=35°C，T_c（导体温度）=90°C；桥架：顶部覆盖；载流量基准值是 222.3A，整定值(校正值)是 194.3A；电缆应用于“Medium Voltage Motors (中压电动机)”。

图 **2-16** 电缆 **Cable1** 编辑器的“容量”属性页

潮流计算结果报警显示：电缆Cable1过载，电缆载流量的校正值是194.3A，电缆运行电流值是207.7A。需要重新选择电缆尺寸，操作步骤如下：

1、如图2-17所示，在电缆编辑器的“负荷”属性页－“用于容量估计的负载电

流”框中，选中“用户自定义”复选框，指定电缆负载电流为207.7A。然后在“选型—相”属性页“结果”框中，点击“选择”按钮，选定70mm²电缆，点击“确定”按钮。计算电缆尺寸的结果见表2-1。

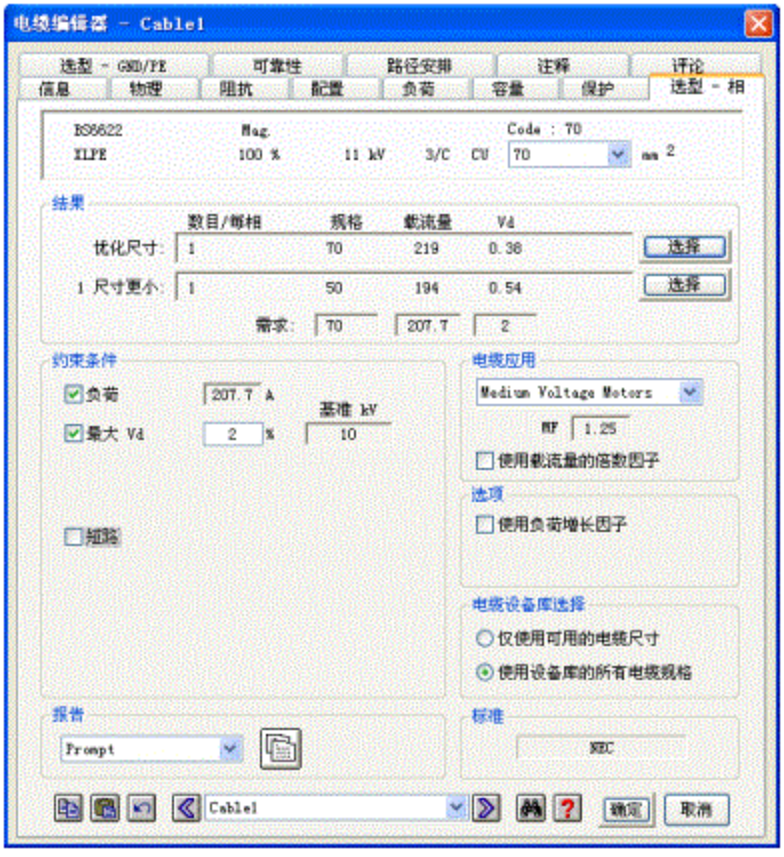

图2-17 电缆编辑器的“选型—相”属性页

表2-1 计算电缆尺寸的结果

电缆负载	数值	导体数目/每相	电缆尺寸	载流量	电压降
以用户自定义电流为准	优化值	1	70	219	0.38
	最小值	1	50	194	0.54
	需求值		70	207	小于2.00

2、重新运行潮流分析，电缆 Cable1 过载报警消除。

第五节 不同负荷类型与发电类型用于潮流计算

利用发电类型、负荷类型、负荷调整系数、数据版本管理器以及电力系统配置管理器，可以方便的实现不同系统运行状态下的潮流分析工作，简化数据录入工作。其中，利用发电类型、负荷类型、负荷调整系数，可以为不同系统运行状态指定负荷值和发电机出力；利用电力系统配置管理器，指定开关设备的状态，从而确定不同系统运行状态下的网络拓扑；而数据版本管理功能，可更大程度的实现为不同系统状态下指定元件参数。例如：ETAP可以录入更少的数据，就可确定“夏季最大”、“夏季最小”等运行方式下的网络结构、发电机出力和负荷值。具体操作如下：

1、点击“显示图工具条”上的“配置管理器”按钮，打开“配置管理器”，点击“新建”按钮,新建二个配置，取名为“夏季最大”、“夏季最小”，分别对应于“夏季最大”与“夏季最小”运行方式。

2、在“配置状态”下拉列表中选择“夏季最小”，编辑“夏季最小”系统配置：打开“CB6”元件编辑器，在“信息”页－“配置”栏－“状态”项上选中“打开”复选框；以同样的方式关闭断路器“CB12”；打开“Mtr5”元件编辑器，在“信息”页－“配置” 栏－“状态”下拉列表中选择“后备”复选框；同样，Mtr6 也做同样操作。

3、“夏季最大”系统配置不作更改。

4、假设所有负荷在“夏季最大”运行方式下，负荷大小对应于负荷类型Design；在“夏季最小”运行方式下，负荷大小对应于负荷类型Normal。

5、假设所有发电机在“夏季最大”运行方式下，发电出力对应于发电类型Design；在“夏季最小”运行方式下，发电出力对应于发电类型Normal。

6、新建潮流分析案例“夏季最大潮流”和“夏季最小潮流”，分别对应于“夏季最大”、“夏季最小”运行方式；在“潮流分析案例”编辑器的“负荷”属性页，分别设定“夏季最大潮流”和“夏季最小潮流”的负荷类型、发电类型，具体如下：

夏季最大潮流：负荷分类Design、发电分类Design；

夏季最小潮流：负荷分类Normal、发电分类Normal。

7、对“夏季最大”运行方式进行潮流分析：在“系统配置”下拉列表中，选择“夏季最大”系统配置状态；在“潮流分析案例”下拉列表中，选择“夏季最大潮流”；在“输出报告”下拉列表中，选择“夏季最大潮流报告”；单击“潮流工具条”中的“运行潮流”计算按钮。ETAP 软件输出报告的默认格式是水晶报告格式，潮流分析输出水晶报告如图 2-18 所示。ETAP 软件输出报告可以很方便地转换成 PDF 格式，如图 2-19 所示。

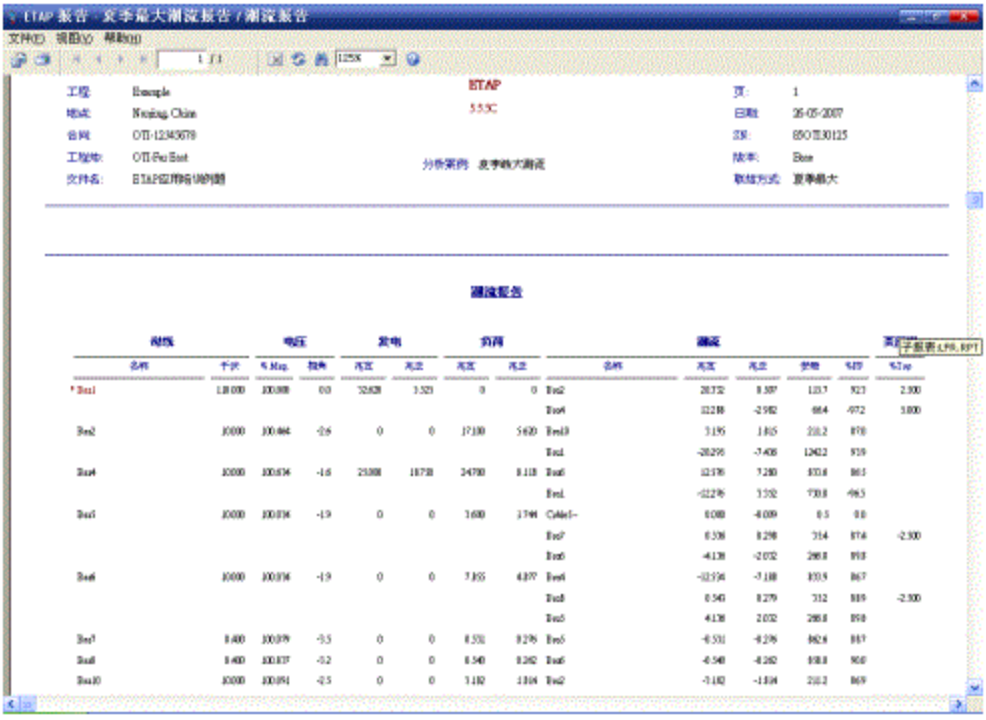

图 **2-18** 潮流分析输出报告默认格式——水晶报告格式

原创力文档
max.book118.com
预览与源文档一致下载高清无水印

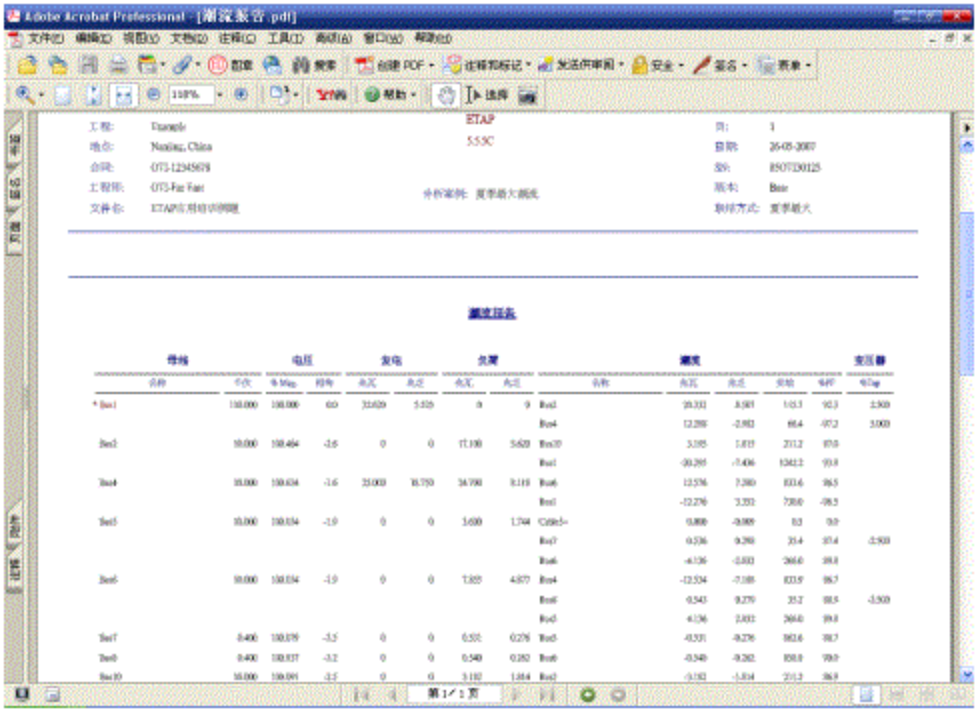

图 **2-19** 潮流分析输出报告转换为 **PDF** 格式

8、对“夏季最小”运行方式进行潮流分析：在“系统配置”下拉列表中，选择“夏季最小”系统配置状态；在“潮流分析案例”下拉列表中，选择“夏季最小潮流”；在“输出报告”下拉列表中，选择“夏季最小潮流报告”；单击“潮流工具条”中的“运行潮流计算”按钮。