

ETAP 仿真软件在“电力系统分析”教学中的应用

一、ETAP 仿真软件介绍

ETAP 软件还具有强大的计算分析和设计功能，可以进行潮流计算、短路计算、继电保护配合、谐波分析、暂态分析、电机起动分析、接地网设计和低压配电系统的设计等。**ETAP** 软件可以将分析结果以直接显示、文本报告的形式、曲线的形式等多种形式直观地输出。**[3]**因此，**ETAP** 仿真软件其良好的人机界面、强大的计算分析和设计功能、直观简单的电气操作等优点在我国电力系统行业中得到广泛应用。特别是近年来，随着我国电力系统事业的发展，电力系统的容量及单机容量越大，电力系统的结构越来越复杂，学习、掌握优秀的电力系统仿真软件**ETAP** 将对电力系统规划、分析与实时监控等有很大的帮助。**[4]**一些高校为了学生更加系统、深入地学习电力系统分析课程，以及在毕业后能尽快地适应工作需要，引入了 **ETAP** 仿真软件。

二、ETAP 软件仿真与课堂授课的结合

在引进 **ETAP** 软件之后，结合多年的课堂教学经验，对“电力系统分析”课程中的若干关键知识点和难点进行了仿真教学案例设计，并应用于课堂教学。电力系统的电压调节方法是“电力系统分析”课程的重要内容，下面就以这部分内容为例，讲解 **ETAP** 软件仿真与课堂授课的结合。

1. 理论分析

在图 1 所示的电力系统中， 分别采用改变变压器变比、 改变无功功率分布的方法调节母线 3 的电压。画出系统的等值电路， 如图 2 所示。等值电路中， 变压器的励磁支路和电缆线路的导纳 支路都略去。变压器归算到低压侧的阻抗为 Z_T ，线路的阻抗为

析，参数计算如下：

，通过以上两式计算得到：。电缆阻抗参数为。变压器和线 路

阻抗为，系统中的负荷。母线 1 的电压为 35kV, 且保持

，则理想变压器二次绕组的电压为 11kV，线路和变压器阻

的压降，母线 3 的电压，以百分数形式表示。 [5]

通过以上公式推导、计算，求得母线 3 的电压为 95.8%。很 显

此电压偏低， 若通过并联静电电容器的方法改变其功率分 布，

计算并联的静电电容器应该提供的无功功率， 才能将其 电压提

98%。根据静电电容器无功功率计算公式， 求得。 [6]

以上的理论分析可知，为将母线 3 的电压升高到 98%，并联 的

电容器需提供 1.7Mvar 的无功功率。

若通过改变变压器分接头进而改变其变比的方法将母线 3 的电

高到 98%，需要通过计算选择合适的变压器分接头。系 统中的变

有五个分接头， 此时接在主接头上， 母线 3 的电压 为

%，现若将母线 3 的电压提高到 98%，分接头电压应为， 因 35-

分接头对应的电压为 34.125kV，与此分接头的电压最 接近，因

使母线 3 的电压提高到 98%，分接头改接到 35-2.5%。

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

以上是电力系统电压调节方法的理论分析，整个过程中学生接触到的只有数字和公式，普遍反应抽象、难以理解，若此时通过 ETAP 软件仿真分析一下，增加学生对电压调节方法的感性认识，将会使电压调节过程变得更加直观、具体和丰富有趣，达到最好的教学效果，从而大大调动学习的积极性，激发学习本门课程的兴趣。

2. ETAP 软件仿真分析

首先建立该系统的 ETAP 软件仿真模型，模型中无穷大功率电源

用等效电网 U1 表示，母线 1 对应的节点设为平衡节点，负荷 1 和 2 分别用电动机 Mtr3 和等效负荷 Lump3 表示，并设置好各元件的参数。下面只需点击潮流分析功能模块按钮，再点击运行潮流按钮，即可进行潮流仿真分析。分析结果在建模图上直观显示输出，如图 3 所示，母线 3 的电压为 95.81%，与理论分析结果一致。不过，此电压值偏低，为改善电压质量，现在通过改变功率分布的方式调节母线 3 的电压。将静电电容器并联在母线上，设置好其参数，进行 ETAP 软件潮流仿真分析，其结果如图 4 所示。从该图中可以看出，并联静电电容器后，母线 3 的电压升高到 98%，此时并联电容器提供的无功功率恰好为 1700kvar，与前面的理论分析结果一致。下面通过改变变压器变比

来进行调压的 ETAP 仿真分析。原来变压器分接头接在主接头上，通过刚才的潮流仿真分析结果看到，对应母线 3 的电压为 95.81%。根据刚才的理论分析，为将母线 3 的电压升高到 98%，

需将其分接头改接到 35-2.5%上。在 ETAP 软件中，改变变压器的分接头为 35-2.5%，如图 5 所示。对改变变压器分接头后的系统进行 ETAP 软件潮流仿真分析，其分析结果如图 6 所示。从图

中可以直观地看到,此时母线 3 的电压为 98.03%,其电压质量提高,和理论分析结果一致。

从上面的分析可以看到,对于电力系统的电压调节方法这部分内容,传统授课方式往往以繁琐的公式推导结合抽象的数学描述进行讲解,学生学习时感觉抽象、枯燥,难以深刻理解并掌握。对于这部分内容,充分利用 ETAP 仿真软件,多角度地对电压调节方法进行较为全面的论述和论证演示,不仅可以直观地看到系统原来的运行状态,也可以看到并联电容器和变压器变比改变后系统的运行状态,很显然系统的运行状态得到了改善,电压质量得到了提高。整个仿真过程很直观,这样有助于学生对重点和难点部分的理解,同时激发了学习本门课程的兴趣,获得不错的教学效果。

三、结论

ETAP 仿真软件能很方便地对各种电力系统进行建模,快速准确地对电力系统进行多种不同运行方式下的仿真分析,且能对比不同运行方式下的结果,丰富课堂内容和教学形式,使学生更加深刻理解电力系统的运行。

本文探讨了 ETAP 仿真软件在教学中的应用,通过 ETAP 软件仿真演示,使得相关教学内容实现了直观可视化效果,增强了学生对电力系统运行的感性认识。教学效果反馈也表明学生对相关概念方法的理解更加迅速、概念更加清晰,充分体现了 ETAP 仿真软件在课程教学中的优势。同时,ETAP 仿真软件的学习,使学生真正具备运用理论知识对电力系统仿真分析和计算的能力,有助

于学生成为电力系统方面的工程技术、 研究复合型人才， 为 以后从事电气工程设计、运行、分析、控制和保护等工作打下坚 实的基础。

原创力文档

max.book118.com

预览与源文档一致, 下载高清无水印