

风力发电设备联合仿真系统

使用手册

沈阳华人风电科技有限公司

二零一六年一月

未经沈阳华人风电科技有限公司事先书面许可，本手册的任何部分不得以任何形式进行增删、改编、节选、翻译、翻印或仿制。

本手册的全部内容沈阳华人风电科技有限公司可能随时加以更正，此类更正将不另行通知。

具体应用以软件实际功能为准

©本手册的著作权属于沈阳华人风电科技有限公司

版权所有•翻制必究

2016 年 1 月第 9 次印刷

本书中涉及的其他产品商标为相应公司所有。

在中华人民共和国印制。



目录

目录.....	3
第 1 章系统概述.....	4
1.1 软件简介.....	4
1.2 主要功能.....	4
1.3 安装指南.....	5
1.3.1 软件安装.....	5
1.3.2 软件卸载.....	9
1.3.3 加密锁功能简介与驱动安装.....	10
1.3.4 辅助插件的安装.....	10
1.3.5 Micorsoft.Net 安装.....	14
1.3.6 动态链接库文件使用.....	16
第 2 章 使用说明.....	19
2.1 仿真控制.....	20
2.1.1 “启动” / “关闭” 仿真程序.....	20
2.1.2 仿真进程控制.....	20
2.1.3 显示比例控制.....	21
2.1.4 “暂停” / “继续” 仿真程序.....	21
2.1.5 电网全部“导通” / “断开”.....	21
2.1.6 批量“启动” / “关闭” 机组.....	21
2.1.7 仿真数据初始化.....	22
2.2 电场监控.....	26
2.2.1 风场环境仿真.....	26
2.2.2 风电场电气系统仿真.....	29
2.2.3 机组变流参数仿真.....	37
2.2.4 风电数据采集与分析.....	38
2.3 设备监控.....	43
2.3.1 机组发电系统仿真.....	43
2.3.2 机舱温度场仿真.....	45
2.3.3 风电机组安全监控.....	47
2.3.4 机组传动系统仿真.....	49
2.4 运维培训.....	50
2.4.1 风电机组定检培训.....	50
2.4.2 电气设备操作培训.....	56



第 1 章系统概述

1.1 软件简介

风力发电设备联合仿真系统是一款可实现风电场及风力发电设备全范围仿真的大型软件系统，囊括了风电机组及其风轮系统、发电系统、传动系统、控制系统、安全链等子系统的数学模型，并可实现各子系统运行的协调控制。同时，该系统构建了由多台风力发电设备构成的风电场模型，可实现风电场的外部环境模拟、电气系统模拟，并实现了风力发电设备、升压设备的联合控制、监控与仿真，能够动态捕捉风力发电设备的故障中断信号，并能够对故障进行动态响应和处理。

该软件系统可满足高等院校教学人员及研究人员的不同需求，可开展风电场及其风力发电设备的常用操作和故障处理等方面的教学和培训，有利于研究风电场及其电气设备对外部环境、电网环境和人员操作的动态响应特性。

该软件系统提供了较好的人机交互界面和数据接口，所有运行、控制、监控、操作等动作响应信号和数据均以动态数据、曲线、二维动画及三维模型形式予以显示和表达，便于观察。

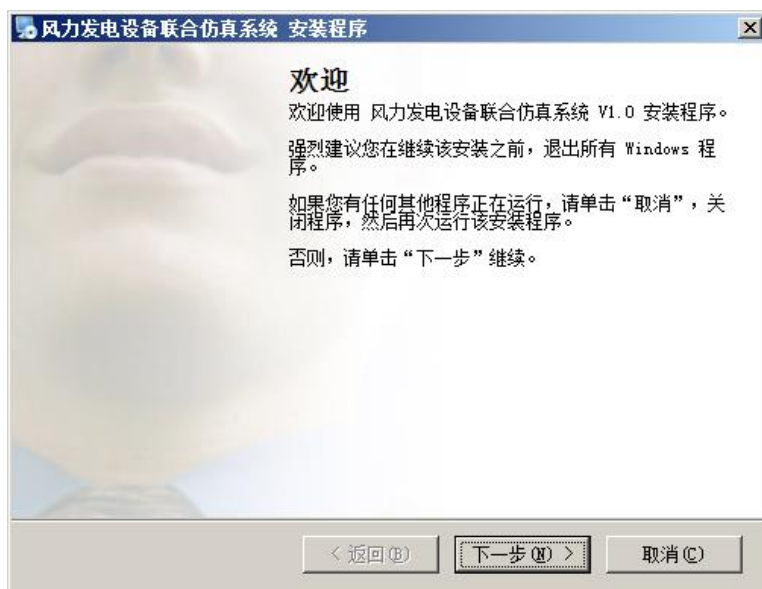
1.2 主要功能

- 风电场仿真功能：对风电场的外部环境、电网及监控系统进行全面仿真，包括仿真数据初始化、风电场环境仿真、风电场电气系统仿真、数据采集与分析。
- 风力发电设备仿真功能：对风电场设备全范围进行建模仿真，包括机组传动系统仿真、机组发电系统仿真、机舱温度场仿真、机组变流参数仿真、风电机组安全监控。
- 操作培训功能：以仿真操作方式对风电场的运行、管理、控制、操作进行全面教学引导，包括风电机组定检培训、电气设备操作培训。
- 仿真控制功能：对仿真系统的数据、进程进行总体控制，包括启动/关闭仿真程序、暂停/继续仿真程序、仿真进程控制、显示比例控制、电网快捷导通/断开、机组快捷启动/关闭。

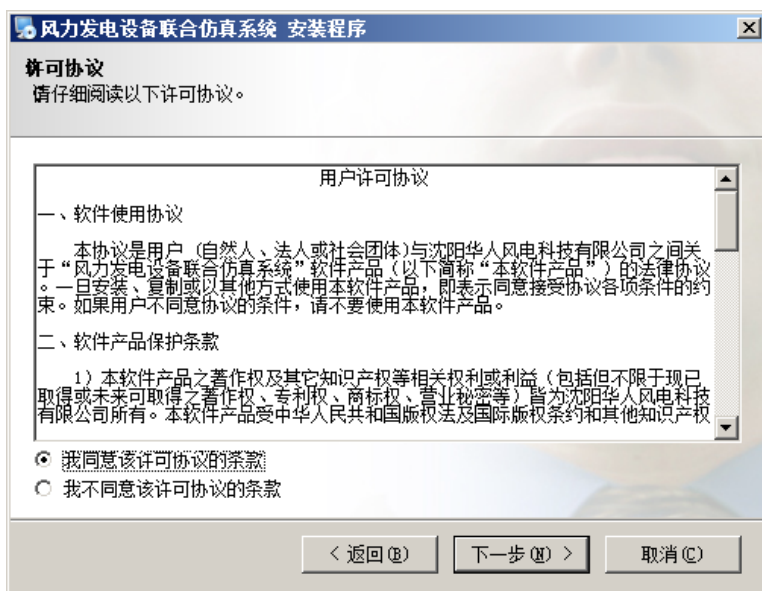
1.3 安装指南

1.3.1 软件安装

- 双击计算机辅助风电机组教学演示系统安装包.exe 文件, 单击【下一步】:



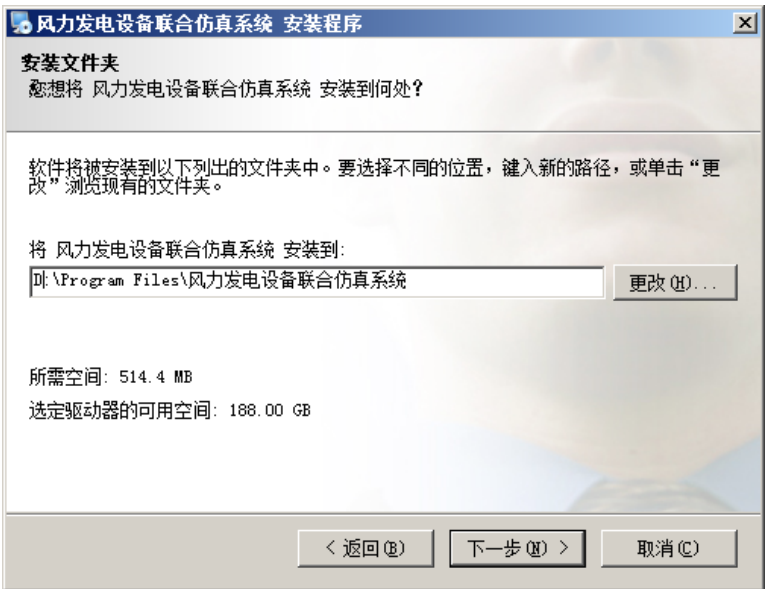
- 选择同意并单击【下一步】:



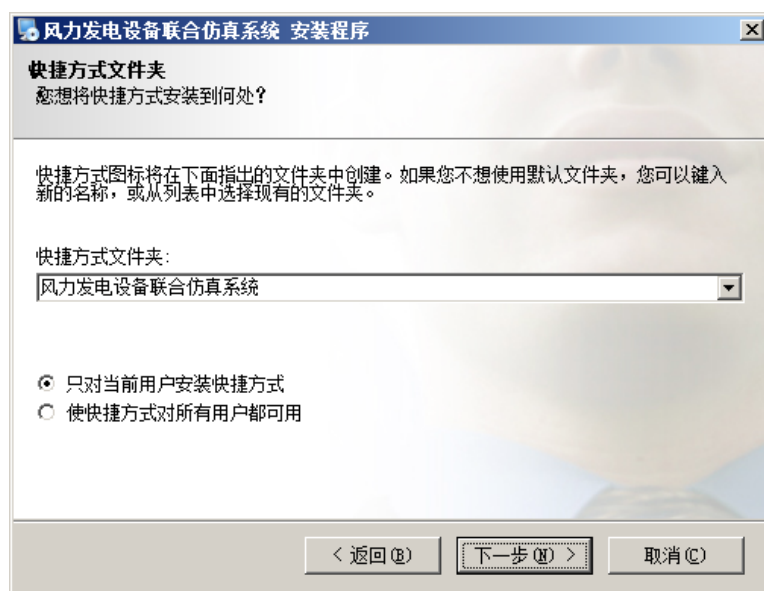
- 单击【下一步】:



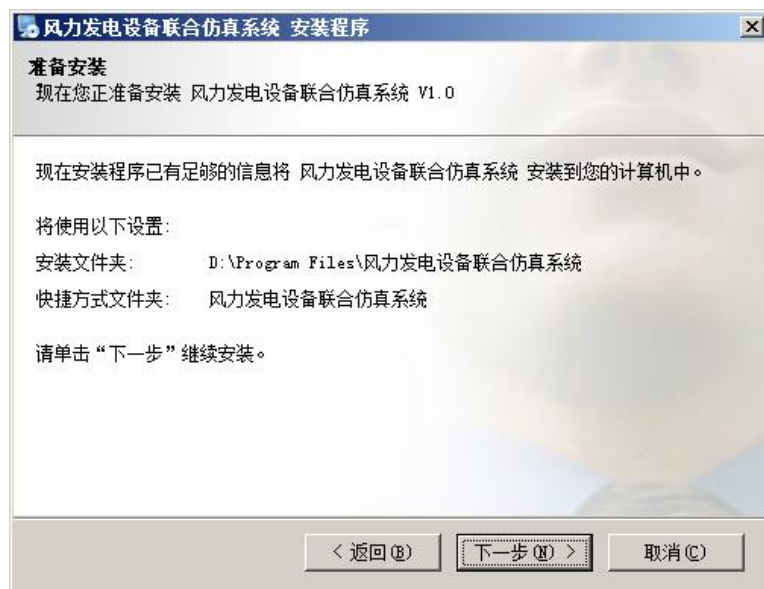
- 选择安装路径，并单击【下一步】:



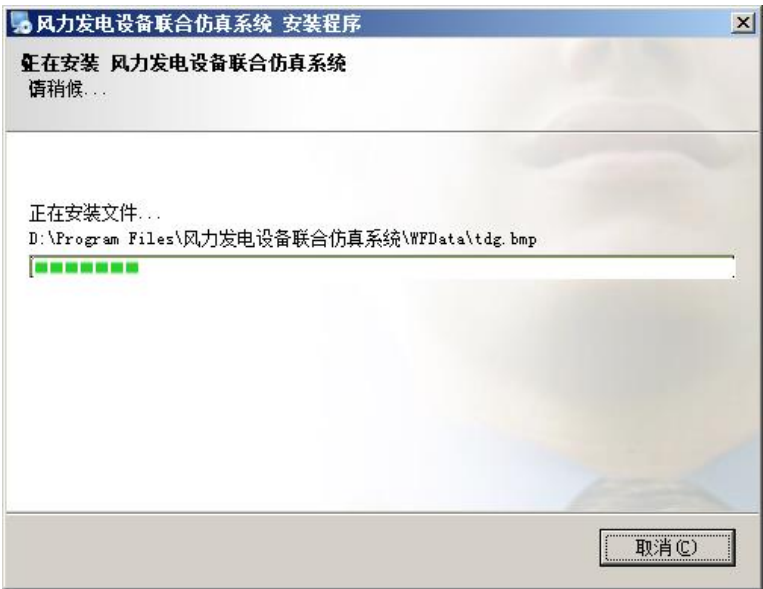
- 设定快捷方式，并单击【下一步】：



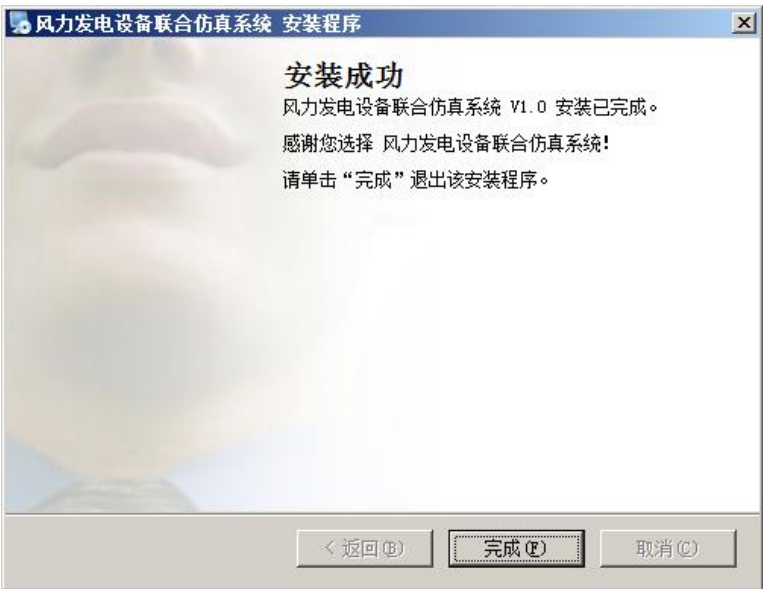
- 准备安装：



- 正在安装；

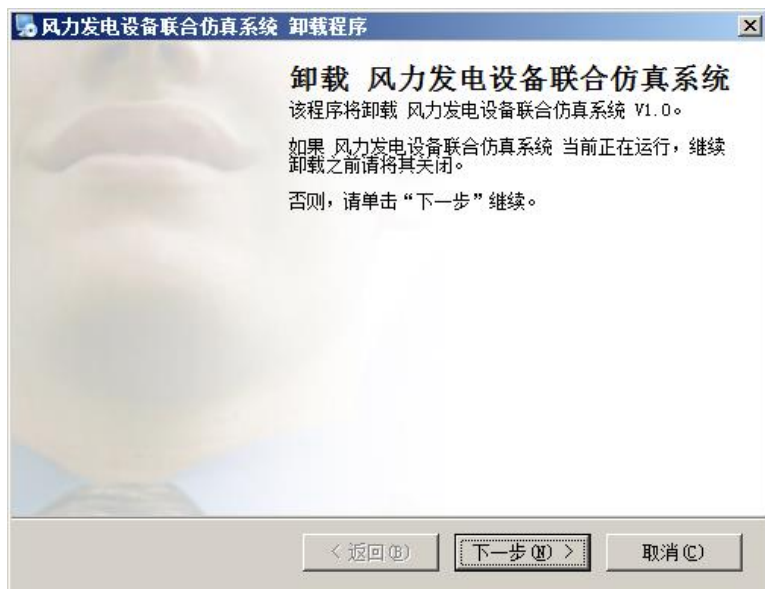


- 完成安装。



1.3.2 软件卸载

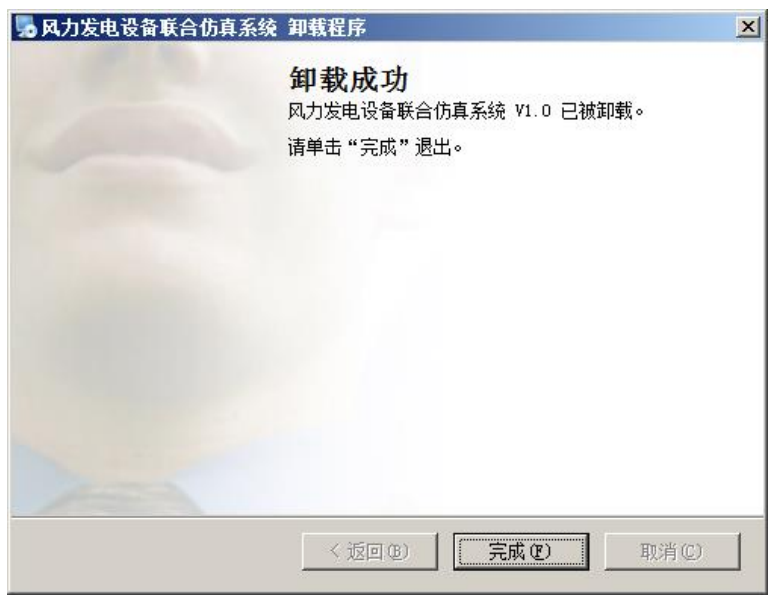
打开计算机“开始”菜单，找到风力发电虚拟实训系统并其中的卸载程序，即可弹出软件卸载程序窗口，卸载窗口如下图。



- 单击【下一步】，开始卸载。



- 完成后弹出如下对话框，单击【完成】按钮，完成卸载操作。



1.3.3 加密锁功能简介与驱动安装

加密锁功能简介：

"加密锁"（也称加密狗）是一种插在计算机并行口上的软硬件结合的加密产品。一般都有几十或几百字节的非易失性存储空间可供读写，现较新的狗内部还包含了单片机。软件开发者可以通过接口函数和加密锁进行数据交换（即对加密锁进行读写），来检查加密锁是否插在接口上；或者直接用加密锁附带的工具加密自己 EXE 文件（俗称"包壳"）。这样，软件开发者可以在软件中设置多处软件锁，利用加密锁做为钥匙来打开这些锁；如果没插加密锁或加密锁不对应，软件将不能正常执行。

加密锁是为软件开发商提供的一种智能型的具有软件保护功能的工具，它包含一个安装在计算机并行口或 USB 口上的硬件，及一套适用于各种语言的接口软件和工具软件。加密锁基于硬件保护技术，其目的是通过对软件与数据的保护防止知识产权被非法使用。

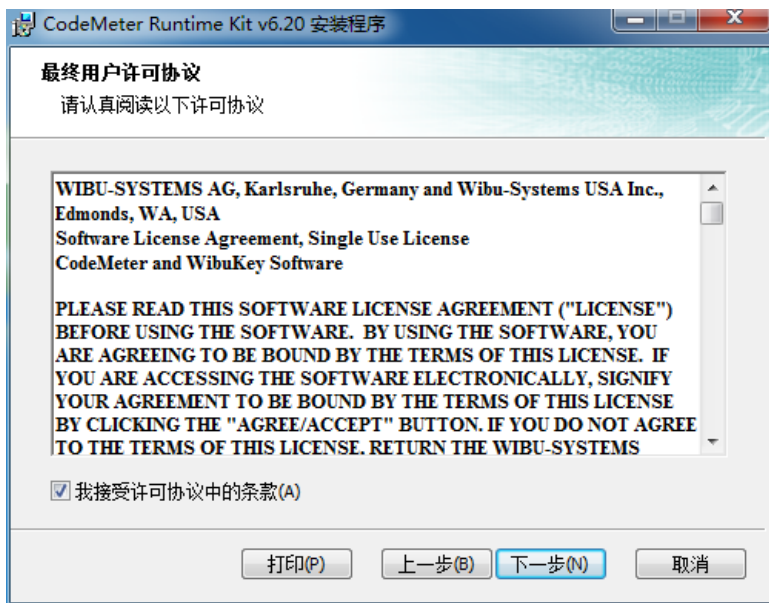
加密锁驱动安装：

1 对 N 型的加密锁为网络版加密锁，其按客户所需的点数进行加密控制，只需将驱动安装在局域网中任意一台计算机上，即为插入加密锁的电脑上面（一般为教师机）。

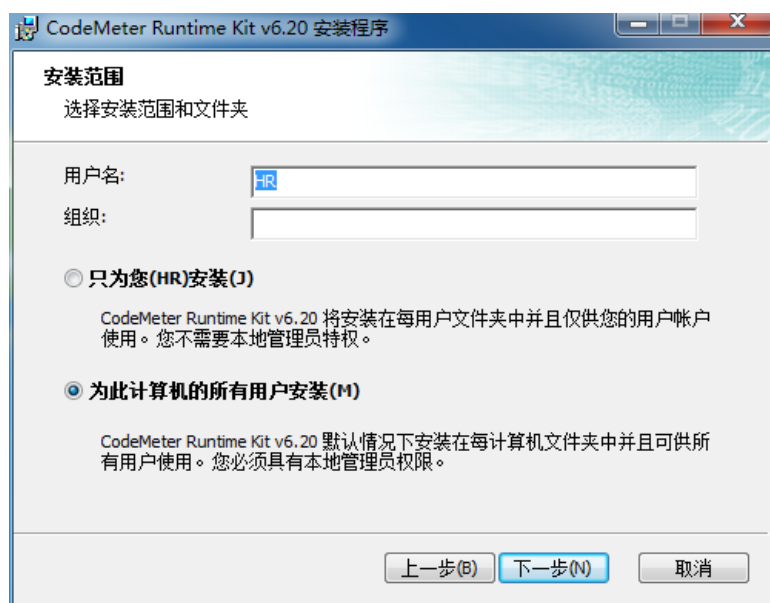
- 打开加密狗驱动程序文件夹，双击 **CodeMeterRuntime.exe** 驱动程序，安装方法如下：
 - ◆ 弹出安装提示界面，点击【下一步】：



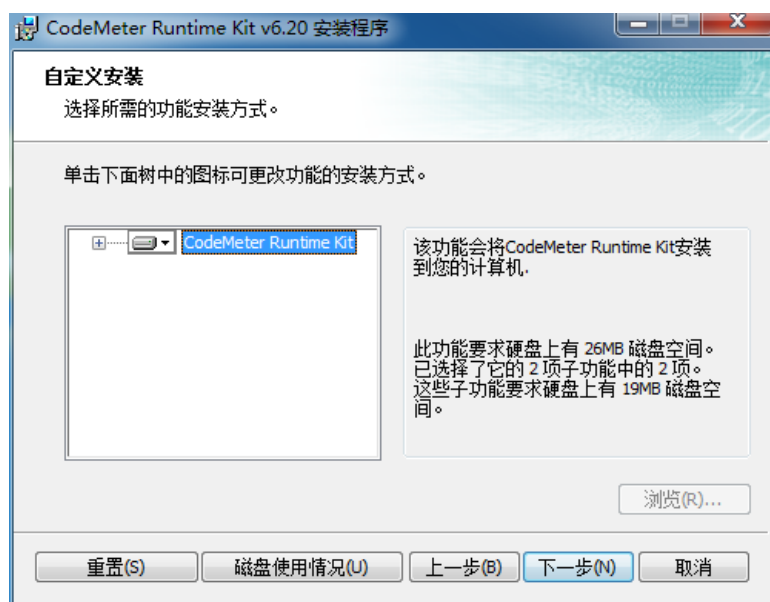
- ◆ 勾选我接受许可协议中的条款 (A)，然后【下一步】：



- ◆ 可以默认或不填写，然后【下一步】；



- ◆ 选择【下一步】；



- ◆ 选择【安装】;



- ◆ 安装进度显示;



- ◆ 安装完成，选择【完成】。



1.3.4 辅助插件的安装

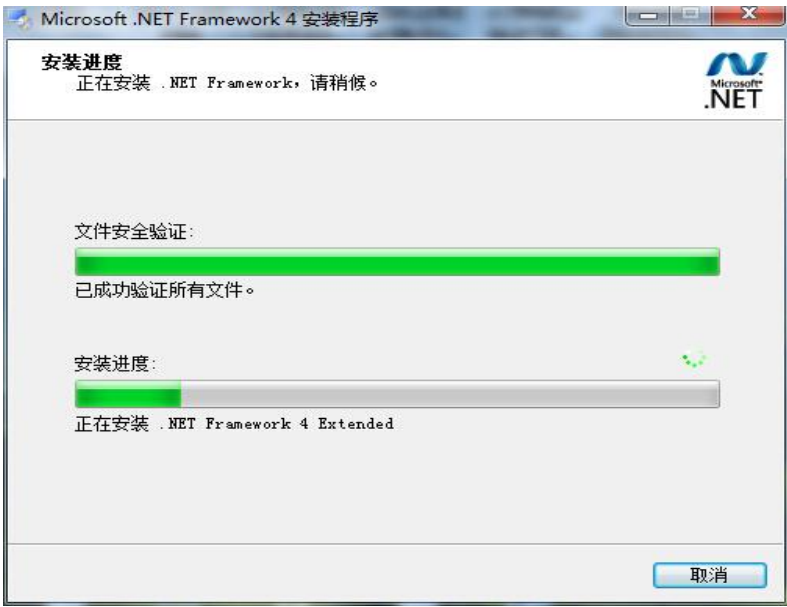
- 如果电脑中没有 .Net4 请安装 Microsoft 4.Net.exe 或以上版本，正常情况下电脑中不会缺少这两种插件，极少数的精简版系统需要安装辅助插件。

1.3.5 Microsoft .Net 安装

- 安装 Microsoft .net 系列文件中的 Microsoft 4.NET 程序。
 - ◆ 双击 Microsoft 4.NET 程序安装，选择已经阅读条款；



◆ 安装进程界面;



- ◆ 安装完成。

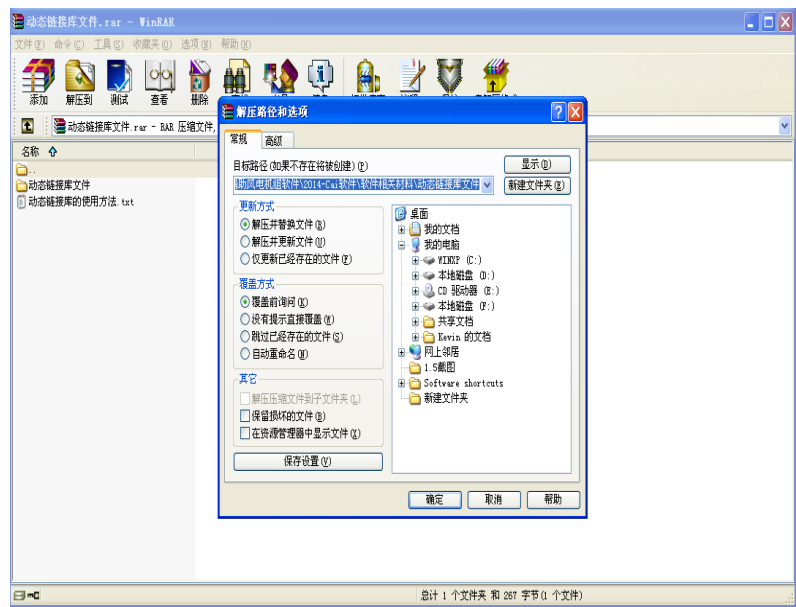


1.3.6 动态链接库文件使用

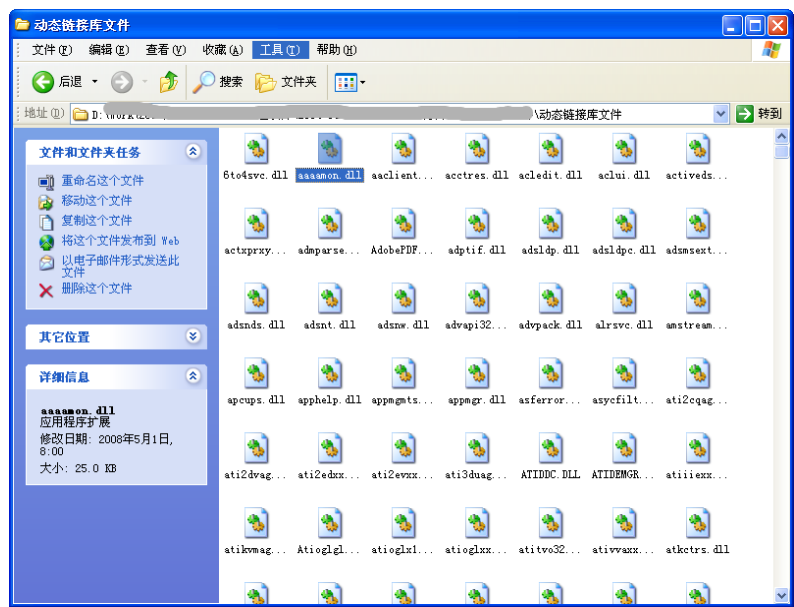
软件正常运行过程需要一些系统的动态链接库文件支持，由于现在 Win XP 的版本繁多且精简的程度不同，一些少数的在 Win XP 版本中部分动态链接库文件被删掉导致该软件程序不能正常运行，为此我们提供了软件所需的所有动态链接库文件以应对精简版本操作系统缺少库文件对软件造成的影响。

多数情况下，我们软件中含有的库文件可以应对大部分系统中缺少的库文件，下面介绍一下特殊情况下对缺少动态链接库文件的添加方法当网络版软件需要客户端连接服务端时，客户端不能正常的接收到服务端的信息，软件会提示缺少 XXX.dll, 此时说明缺少动态链接库文件，需要将此动态链接库文件复制到 C:\WINDOWS\system32 文件中。

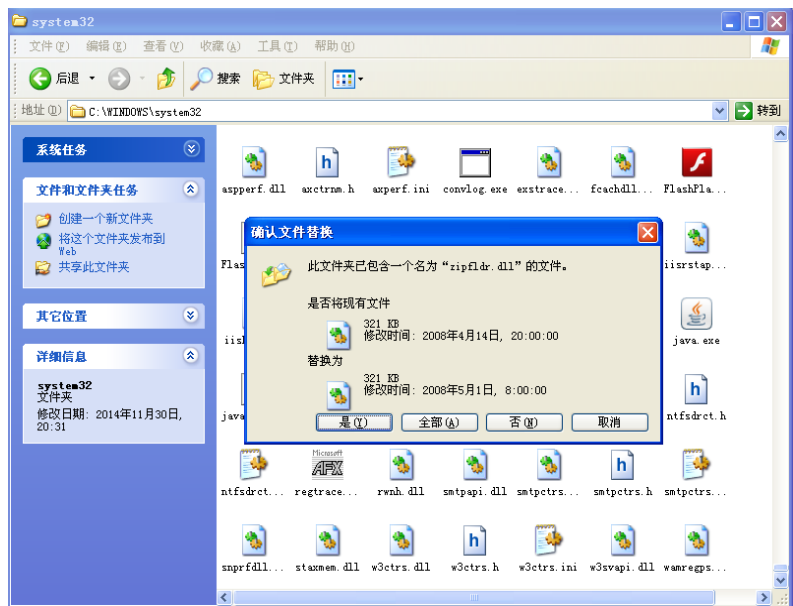
- 首先，解压“动态链接库文件.rar”，选择路径到你能找到的位置；



- 然后将解压出来的文件全部选上并复制；



- 打开“我的电脑”→“C 盘”→“system32”文件夹，将刚才复制的文件拷贝到此文件夹中，注意：在文件拷贝过程中会出现大量已经存在的动态链接库文件，对系统中已经存在的动态链接库文件不需要替换，选择“否”，因为会有很多存在的且相同的库文件，所以替换过程会弹出很多次确认文件对话框，只要在替换过程中一直按住键盘上的“N”键，一直到替换结束即可。



第 2 章 使用说明

启动软件过程中由于需要将所有数据载入到内存中，所以读取速度稍慢（100 秒）如图 1 所示，进入软件主界面，可以看到该软件的全部功能，如图 2-1 所示：



图 2-1 载入数据到内存中

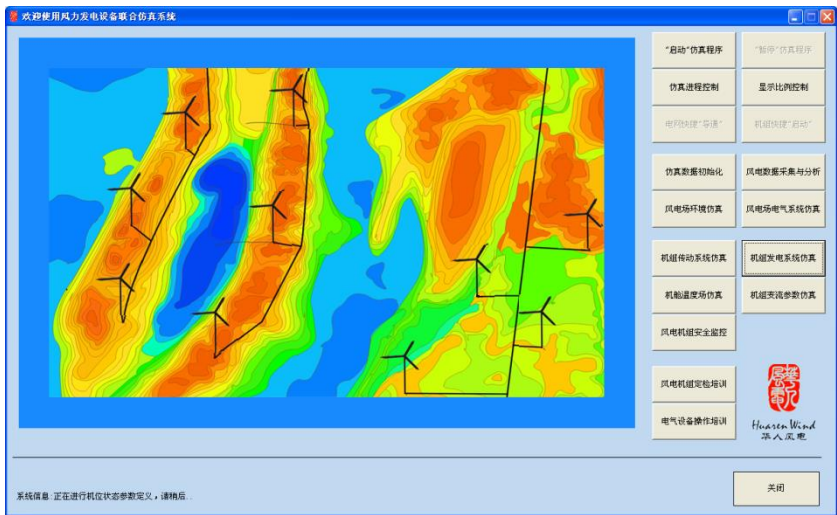


图 2-2 辅助教学及仿真软件主界面

该仿真系统的主界面分为两部分，左侧为系统将二维地图转化为三维地貌图，实时显示并可点击风机图标进行相应操作；右侧为仿真系统功能操作区，按功能可大致分为 4 个部分，分别为：仿真控制、电场控制、设备控制、运维培训。

2.1 仿真控制

2.1.1 “启动” / “关闭” 仿真程序

【操作】仿真控制部分中，包括：“启动/关闭” 仿真程序、仿真进程控制、仿真数据初始化、“暂停/继续” 仿真程序、显示比例控制等操作按钮。

当点击“启动” 仿真程序后，系统会载入 10 台风机的信息，在系统主界面下方会有提示（系统信息：某台风机已经准备就绪），直至 10 台风机全部载入就绪，左侧的三维地貌图上会显示所有的风机由黑色变为紫色，说明 10 台风机已经全部准备就绪具备了仿真要求。

单击主界面云图上的某个机组，点击编辑激活修改界面，可以对该机组的基本参数进行修改，如图 2-3 所示，修改完成点击应用即可。

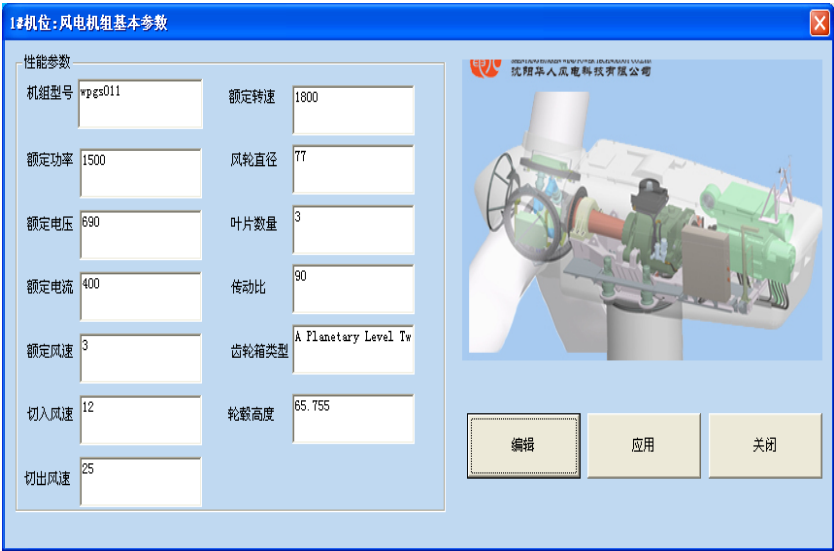


图 2-3 风电机组基本参数设置

2.1.2 仿真进程控制

【操作】当机组运行时，可以随时填入时间因子，时间因子的数值需大于 0，数值越大，仿真速度越快。如图 2-4 所示：



图 2-4 仿真进程控制

2.1.3 显示比例控制

【操作】当机组运行时，可以随时填入比例因子。若比例因子小于 1，则动态曲线被拉伸；若比例因子大于 1，则动态曲线被压缩（动态曲线在后面的功能说明中有介绍），如图 2-5 所示。

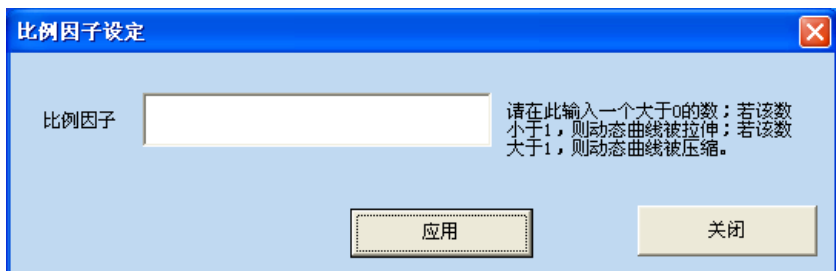


图 2-6 显示比例控制

2.1.4 “暂停” / “继续” 仿真程序

【操作】可暂停或继续仿真程序，当点击“暂停”仿真程序后，系统主界面左下角的 TIMER 提示的计时会停止，此时仿真暂停，“暂停”仿真程序的按钮也会变为“继续”仿真程序，点击“继续”仿真程序后，仿真继续，TIMER 提示会从暂停时继续计时。（当系统未启动仿真时，“暂停”仿真程序按钮为灰色，不可使用，如图 2-2 所示。）

2.1.5 电网全部“导通” / “断开”

【操作】前面介绍了一步步导通电网的过程，电网全部“导通”按钮是批量导通电网的快捷键。

2.1.6 批量“启动” / “关闭” 机组

【操作】该功能为启动机组的快捷操作，通过一键将所有机组全部启动或关闭。

2.1.7 仿真数据初始化

【操作】点击仿真数据初始化按钮，会弹出机位参数设置与计算窗口界面，如图 2-7 所示，可以进行风况选择（包括自然风模型和湍流风模型）、设备选择、编辑海平面地表参数、性能计算等。

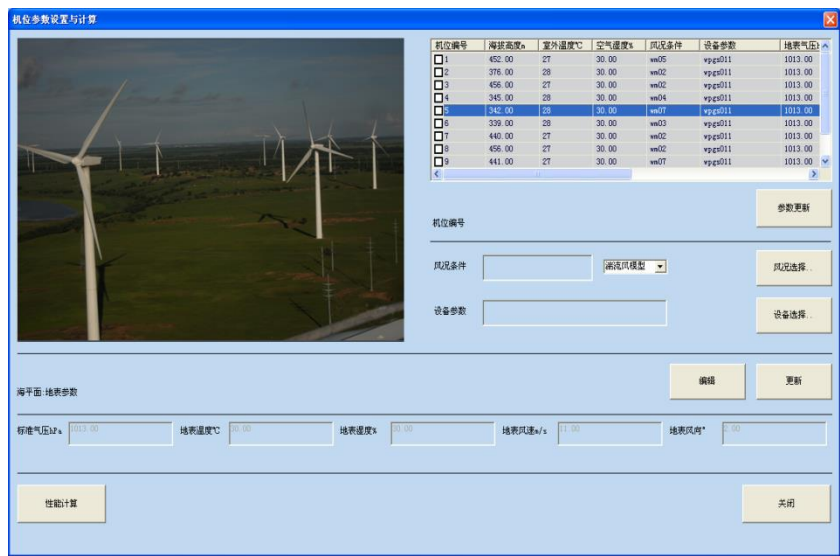


图 2-7 仿真数据初始化

● 风况选择

如图 2-8 所示，当选择自然风模型时，会提供给您两份真实风场的年测风数据，当然，也可以自己添加测风数据，将标准的数据文件存放于软件目录文件..\WFData\nwsample 中（格式请参照我们提供的高台子镇测风数据），在左下方的样本文件框中单击要选择的样本文件名称并给样本文件创建模型名称，确定起止日期（参看样本文件的起止日期）点击添加按钮便会将选择的样本数据导入，导入后上方的框体会显示您已经导入的样本模型，单击模型再点击应用按钮即可。如果想修改已导入的模型名称，单击上方框体中的模型名称，在中间模型名称文本框中修改名称，点击更新便可修改。

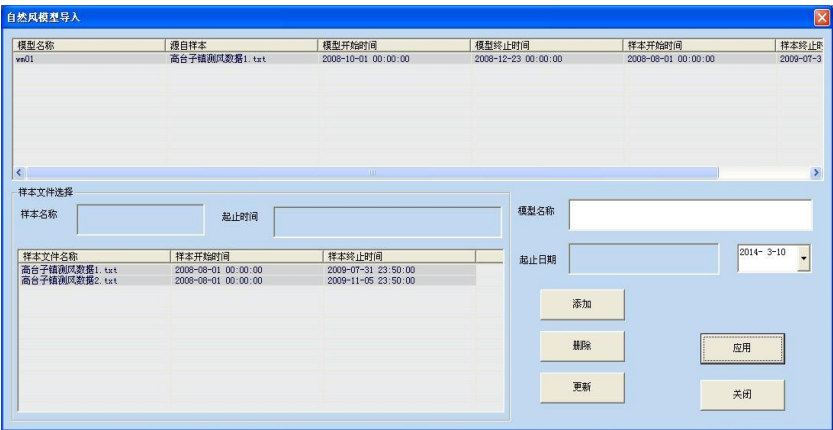


图 2-8 自然风模型

当选择湍流风模型时，如图 2-9 所示，可以对相应数据进行修改、更新、应用等操作，如湍流强度、粗糙长度、轮毂高度等或使用已设置好的几种湍流风模型。

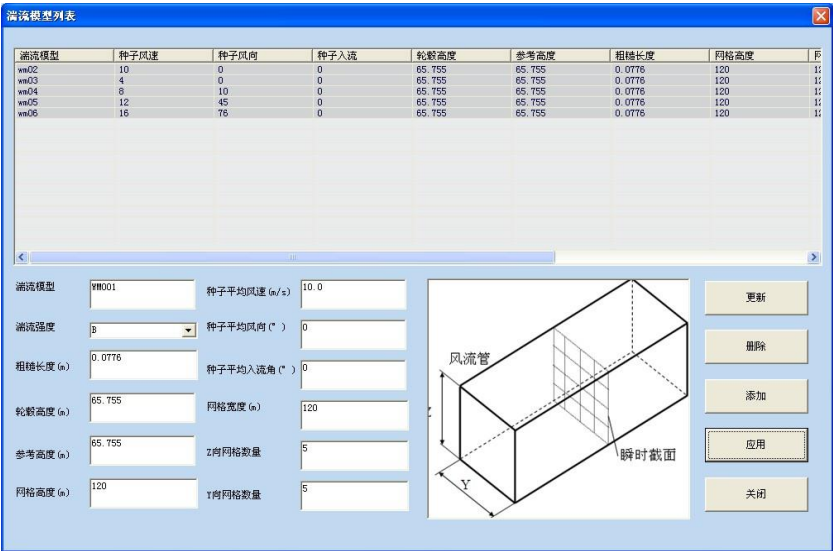


图 2-9 湍流风模型

建立湍流风模型（根据需求在界面左下方填入相应数据，如，湍流强度、粗糙长度、轮毂高度等，确认数据填写正确并为新创建的模型建立名称后（左下方的“湍流模型”即为新创建的模型名称）点击添加，新创建的湍流模型就会在界面上方的列表中显示出来），为1#、2#、3#、4#……10#选择风速种子（4m/s、10m/s……）对应的湍流风模型，在“仿真初始化界面”（图7）勾选要更改模型的机组，如5号机组（选中后有√提示），点击风况选择（图9），在列表中双击刚才新建的湍流模型，点击应用，然后退回到“仿真初始化界面（图7），如果需要更改地表参数，点击编辑（如11），参数设置处由灰色变为白色可编辑状态，对相应数据更改后点击“更新”，将全部需要修改的数据修改完成后点击“参数更新”，在列表中对应的5号机组的风况条件栏（即风况名称）会更改为你刚才选择的湍流风模型（如例子中的5号机组原湍流模型名称为wm02, 修改成功后显示为wm07），此时点击性能计算，会有计算时间提示，如图12所示，点击“是”进行计算，等待过程中，进度条显示可能会停止（根据电脑配置情况而定，此为假死状态，实际软件在进行计算），对多台机组进行数据修改时，需要分别点击“参数更新”，最后统一进行“性能计算”，计算不同风速模型作用下，各机位处风电机组产生的气动数据。

● 设备选择

如图 2-10 所示，可以根据需求更改对应的参数，或使用已经设置好的标准参数。

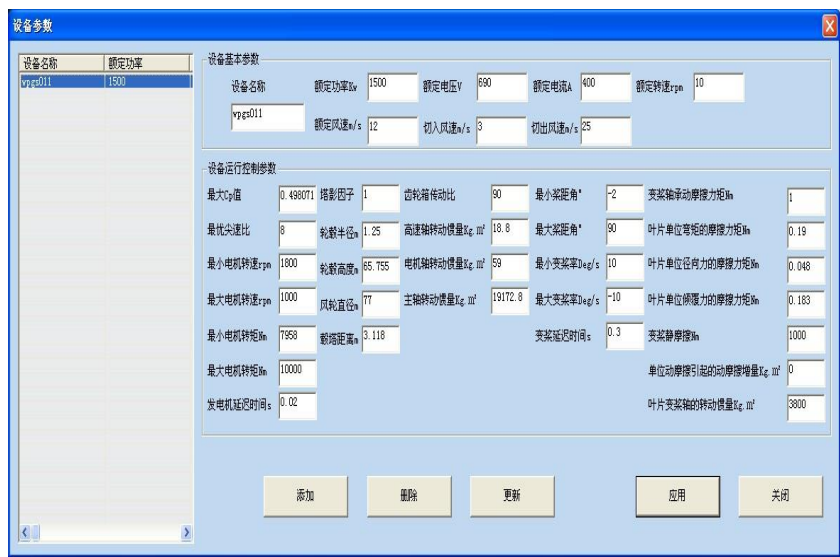


图 2-10 设备选择

- 海平面：地表参数设置

当未点击编辑按钮时，地表参数数据如标准气压、地表温度等是不能修改的，点击编辑按钮后，数据框由灰色变为白色，如图 2-11 所示，便可操作更改数据，修改数据后点击更新即可，修改海平面数据会使 10 台机组全部重新计算，等待时间在 100 分钟左右。



图 2-11 海平面：地表参数设置

- 性能计算

当所有的参数设置都修改完成后，点击性能计算，计算不同风速模型作用下，各机位处风电机组产生的气动数据，1 台风机的计算时间约为 10 分钟，如图 4-12 所示，但修改任意一台风机数据也会将所有风机数据全部重新计算，如果风模型、设备、地表参数都没有修改，就不需要性能计算，可省去计算的时间。



图 2-12 性能计算

提示：当修改数据后，进行性能计算的过程中，根据电脑的配置情况不同，进程提示条会定在某一阶段不动，查看电脑进程会提示未响应，此现象都为软件假死状态，实际上软件正在进行计算，完成相应的计算时间后，软件即可恢复正常。

2.2 电场监控

风场环境监测包括风速场分析、风向场分布、大气温度分析、大气压强分析、空气密度分析、风功率密度分析等实时监测信息。

2.2.1 风场环境仿真

- 风速场分析

如图 2-13 所示，初始界面为风速场分析，左侧为各机组的实时风速显示（仿真过程中风速实时变化），右侧为计算出的风速分布云图，不同颜色的圆点代表不同风速的机组，颜色的变化即为实时风速的变化，下方为风速颜色参考表。

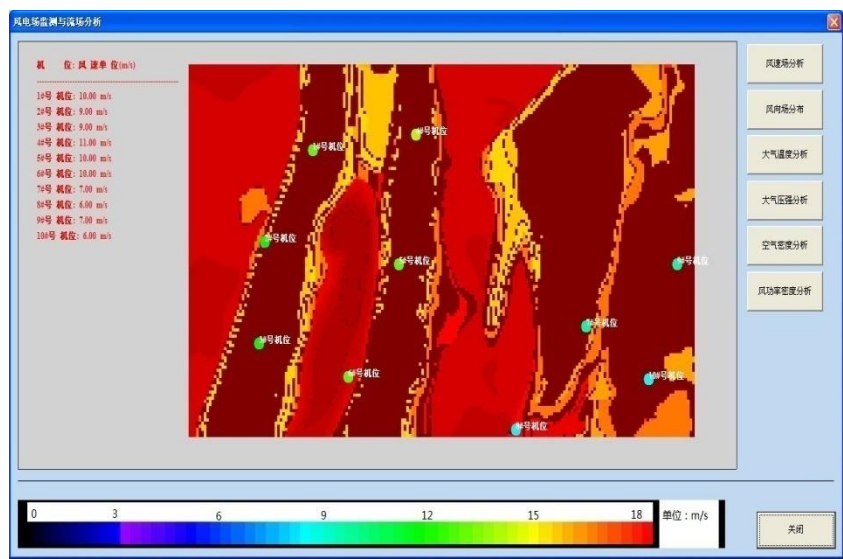


图 2-13 风场环境监测云图

- 风向场分布

如图 2-14 所示，在风向图上实时显示风向的变化，其中红色短线代表风向，仿真过程中机位角度会实时改变，圆点仍表示为不同位置机组的风速，功能与风速场分析中的相同。

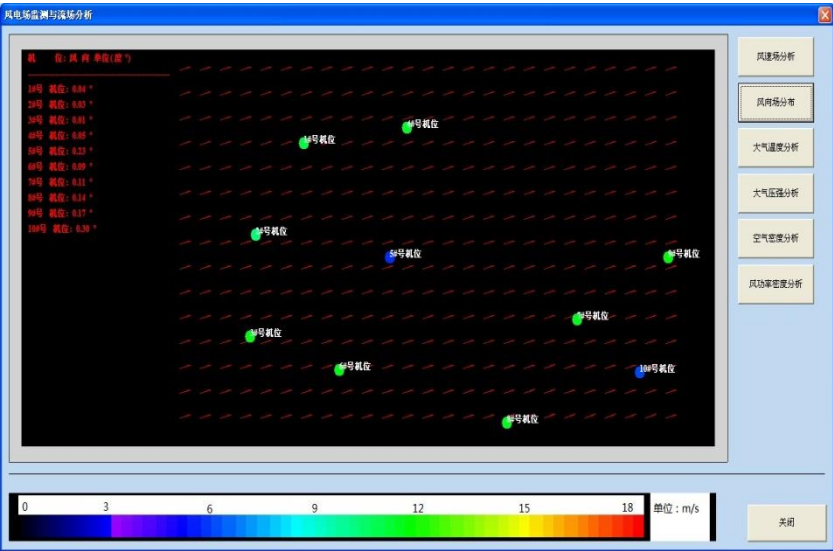


图 2-14 风向场分布云图

● 大气温度分析

温度随高度的增加而降低是对流层的特征，如图 2-159 所示，此为实时监测大气温度云图，各机组（圆点表示）温度会随着仿真进程实时变化，下方为温度颜色参考表。

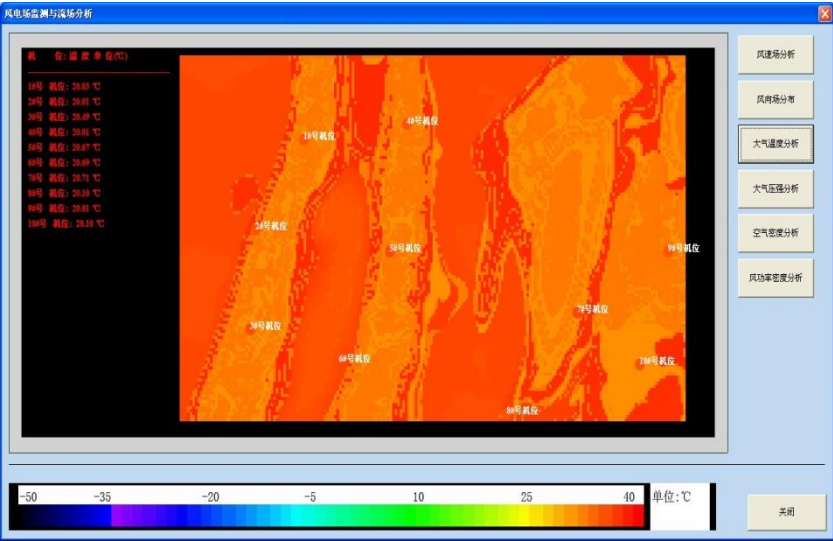


图 2-15 大气温度云图

● 大气压强分析

距离地面越高，大气压强越小. 如图 2-16 所示，此为实时监测大气压强云图，各机组（圆点表示）大气压强会随着仿真进程实时变化，下方为大气压强颜色参考表。

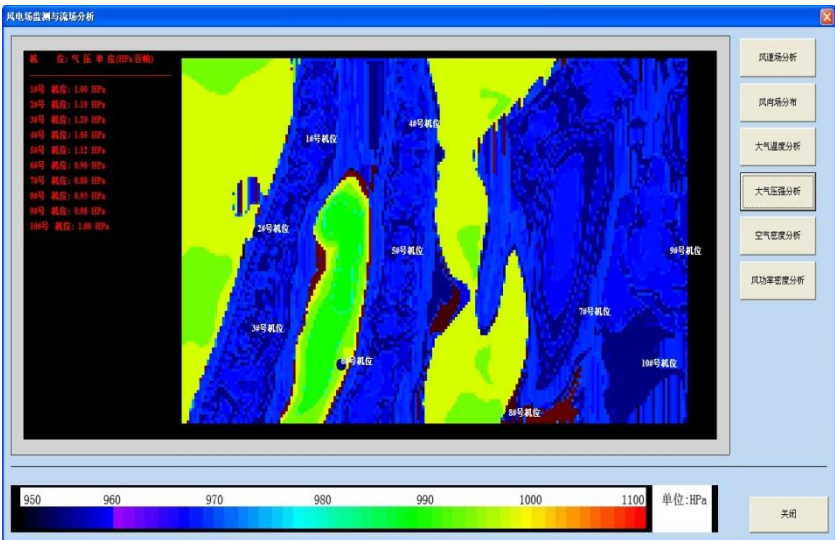


图 2-16 大气压强云图

● 空气密度分析

空气密度的大小直接关系到风能的多少，在海拔高的地区，影响更为突出，冷空气通常比暖空气密度大，随着各地海拔、气温、气压不同，空气密度也就各异。如图 2-17 所示，此为实时监测空气密度云图，空气密度会随着仿真进程实时变化，下方为空气密度颜色参考表。

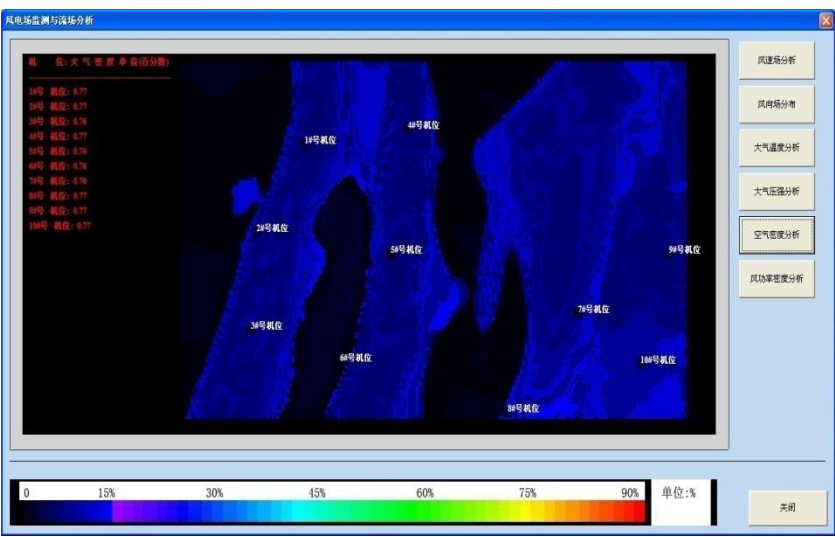


图 2-17 空气密度云图

● 风功率密度分析

风功率密度是气流垂直通过单位面积的风功率，它是表征一个地方风能资源多少的指标。如图 2-18 所示，此为实时监测风功率密度云图，风功率密度会随着仿真进程实时变化，下方为风功率密度颜色参考表。

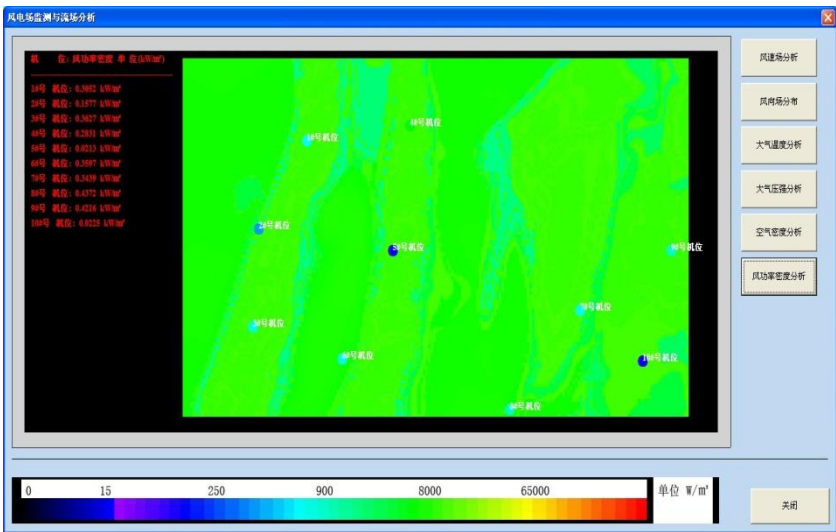


图 2-18 风功率密度云图

2.2.2 风电场电气系统仿真

【操作】点击风电场电气系统仿真按钮，弹出进入界面，如图 2-19 所示，选择前往按钮进入操作界面。

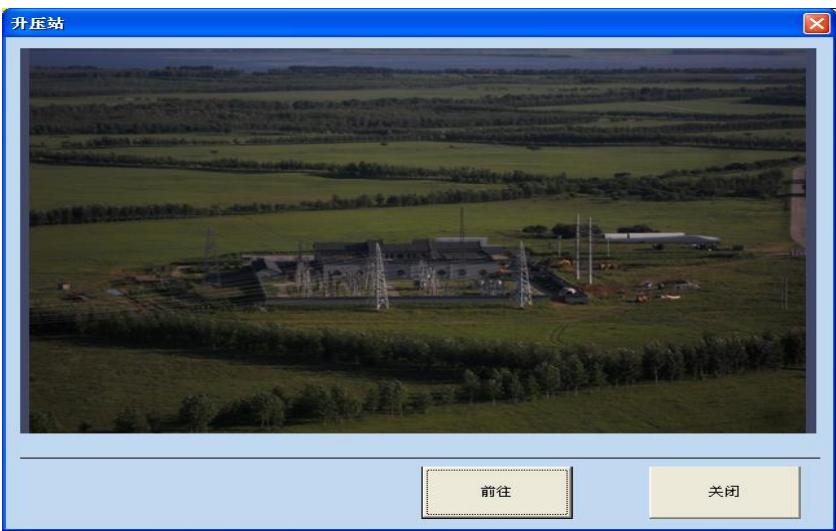


图 2-19 升压站进入界面

进入后，会看到整个风电场电气自动化仿真模块的操作界面，其中包括机组等相关信息（不同电压母线的瞬时电流、有功功率、无功功率、功率因数等信息以及曲线示意图）、风电机组通过两次变压接入电场、风轮曲线示意图、断路器开关的操作（闭合两种状态，红色为导通、绿色为断开），电压跌落模拟、电网限电模拟等，如图 2-20 所示，此界面为电网未导通，机组未启动的状态。

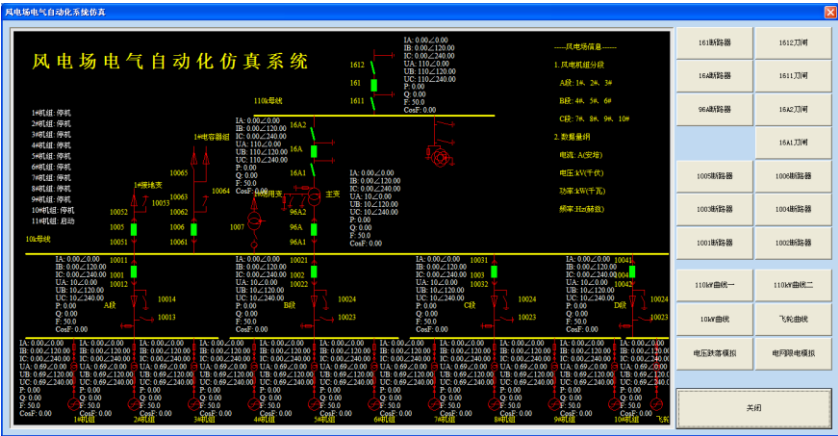


图 2-20 风电场自动化仿真模块界面

在此操作界面可以将电网全部导通（导通顺序由上至下，由刀闸开关开始，操作顺序为：1612 刀闸—>1611 刀闸—>161 断路器—>16A2 刀闸—>16A1 刀闸—>16A 断路器—>（1005 断路器、1006 断路器）—>96A 断路器—>（1001 断路器、1002 断路器、1003 断路器、1004 断路器），其中括号中的断路器没有先后顺序操作限制），点击绿色的刀闸开关弹出对话框，如图 2-22 所示，选择“前往”按钮对刀闸开关进行操作。

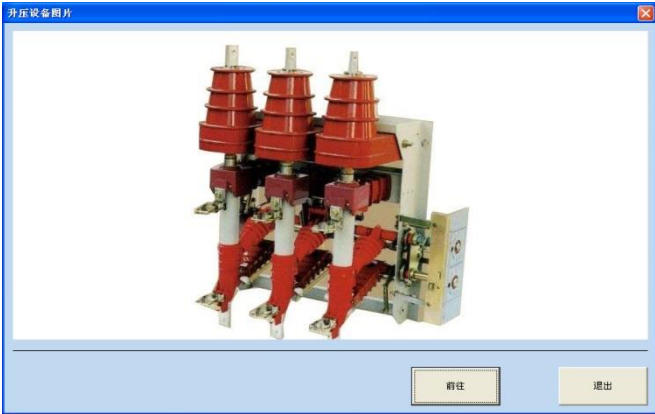


图 2-22 刀闸开关界面

刀闸只有远程操作，选择远程操作，弹出合闸提示窗（操作口令为 123），如图 2-22 所示，在操作前可以保存、打印工单，工单记录了此次操作的相关信息，如图 2-23 所示。

操作申请

操作内容

☐ 手动操作

☒ 远程操作

操 作 人

模拟操作员0101

操作口令

打印工作单

操作确认

关闭

图 2-22 操作申请界面

对话

升压站操作工作票

操 作 人

模拟操作员0101

执行日期

2014-4-3 15:26:17

结束日期

2014-4-3 16:26:17

升压站操作对象

611#刀闸

升压站操作内容

闭合

注意事项

1.安全帽、安全带、绝缘鞋等安全装置佩戴整齐，操作前请认真检查设备。

2.严格遵守操作规程，不得违规操作。

3.务必在第三者监护下操作

监护签字

审批签字

存储路径

...

保存工作单

打印工作单

关闭

图 2-23 工单操作界面

远程操作需要操作人和审批员同时操，作输入正确密码即可（操作口令和审批密码均为 123），如图 2-24 所示，选择确认执行后刀闸闭合，变为红色。

远程操作

操作人

模拟操作员0101

操作口令

操作对象

1612#刀闸

操作类型

闭合

审批员

模拟管理员01

审批密码

确认执行

关闭

图 2-24 远程操作界面

刀闸开关都闭合后，可以操作断路器开关，顺序错误会提示非法操作，点击断路器开关按钮，断路器操作包括手动和远程两种操作方式（远程操作同刀闸开关操作），选择手动操作，确定操作人并输入口令（操作口令为 123），点击“操作确认”按钮，如图 2-25 所示。

操作申请

操作内容

☒ 手动操作

☐ 远程操作

操作人

模拟操作员0101

操作口令

打印工作单

操作确认

关闭

图 2-25 操作申请界面

确认操作后，弹出工具领取对话框，如图 2-26 所示，至少选取一样正确的工具（模拟安全操作），否则不能进行下一步的操作，领取后确认，进入断路器操作界面。

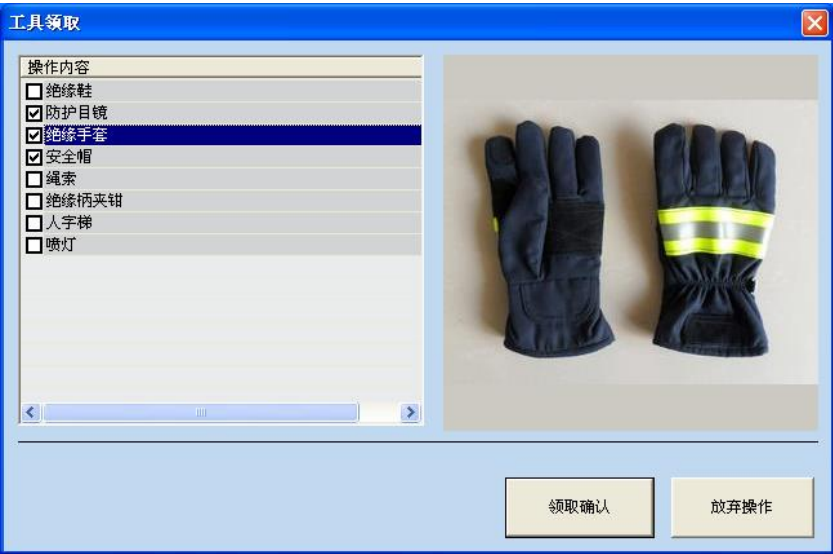


图 2-26 工具领取界面

断路器开关操作界面如图 2-27 所示，主界面的红绿灯显示导通状态，选择拉近操作，对断路器开关进行，如图 2-28、2-29 所示。



图 2-27 断路器开关主界面

拉近操作后，将开关调至就地进行储能和分合开光的操作，开关柜显示界面会根据操作显示对应的状态，如图 2-36 所示，操作完成后，将开关调至远方后确认操作。



图 2-28 拉近后的断路器开关操作界面 1



图 2-29 拉近后的断路器开关操作界面 2

确认后断路器开关导通，后面的断路器开关操作同此一样，依次导通后如图 2-30 所示，导通闭合都按相关逻辑顺序进行操作，步骤错误系统会提示。

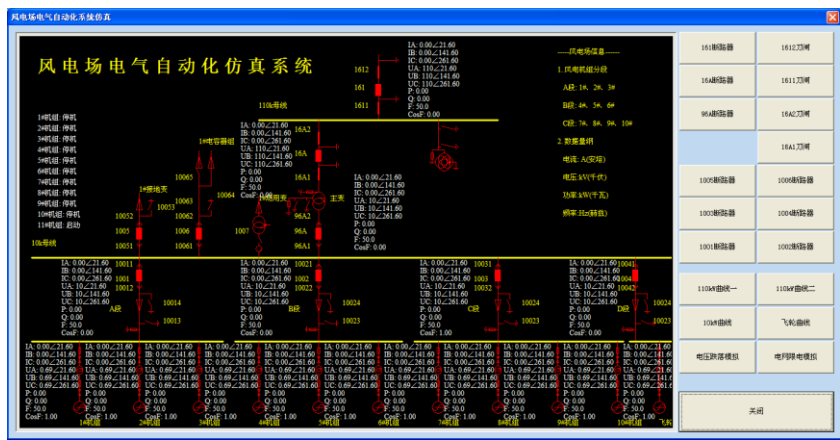


图 2-30 电网全部导通后的界面

导通顺序应从上之下，逐级导通，断开则和导通相反，应至下向上断开（导通顺序由上至下，由刀闸开关开始，操作顺序为：（1001 断路器、1002 断路器、1003 断路器、1004 断路器）—>96A 断路器（1005 断路器、1006 断路器）—>16A 断路器—>16A1 刀闸—>16A2 刀闸—>161 断路器—> 1611 刀闸—>1612 刀闸，其中括号中的断路器没有先后顺序操作限制）。

通过右侧的曲线图按钮观察各母线电压、飞轮曲线，曲线变化小的时候可以通过“显示比例控制”按钮调节，方便观察，如图 2-31 所示。

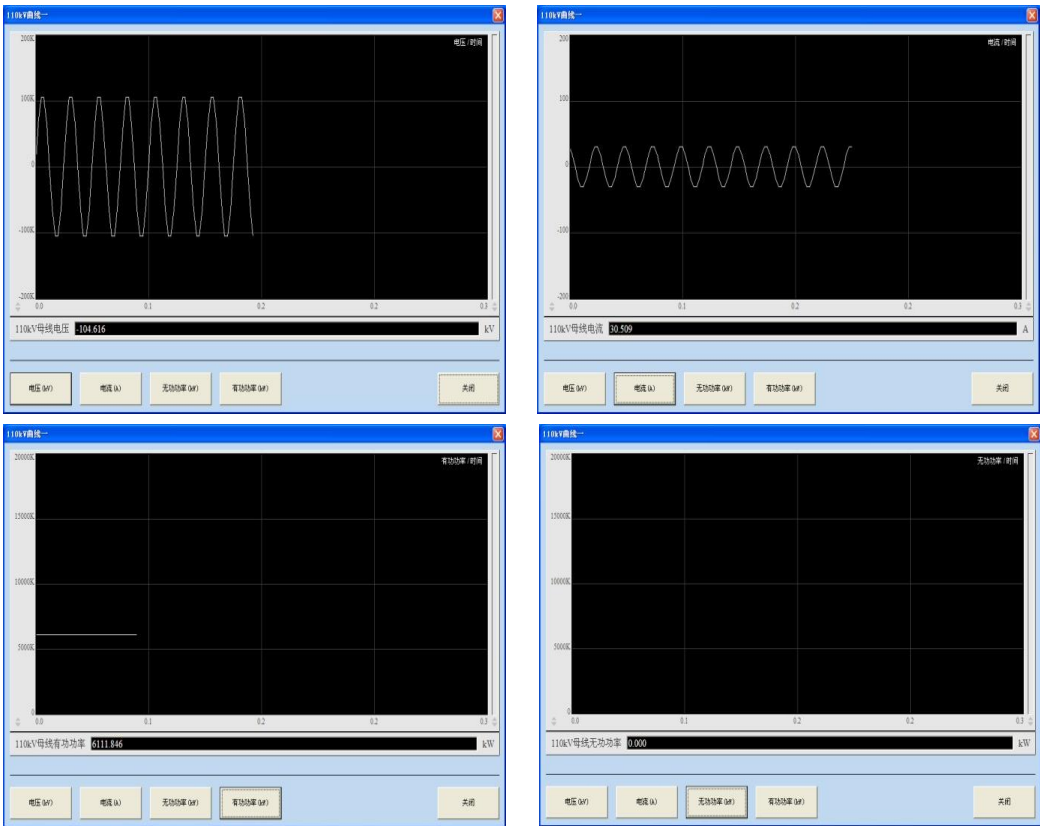


图 2-31 曲线图

通过“电压跌落模拟”调节，可以观察低电压穿越瞬间，模拟电压跌落，调节界面如图 2-32 所示。

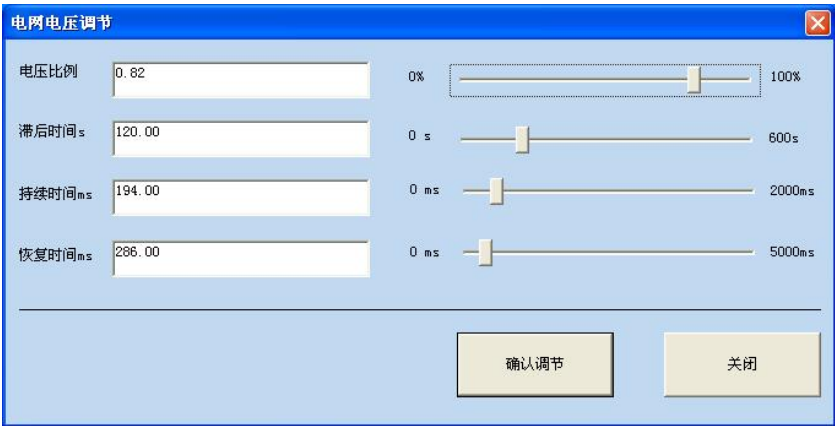


图 2-32 电网电压调节界面

电网限电模拟，调节约限电指标，当指标不为 100%时，飞轮才开始工作，将一部电能储存起来，同时，飞轮的相关数据会开始实时变化，飞轮曲线图也会对应显示，调节界面如图 2-33 所示。



图 2-33 限电调节界面

2.2.3 机组变流参数仿真

机组变流参数仿真主要提供机组的机侧瞬时电流、机侧瞬时电压、机侧频率、网测瞬时电流、网测瞬时电压、网侧频率的数据的实时显示，通过机组列表可以查看不同机组的机侧端、网侧端相关数据并可通过曲线图观测机侧电流、电压，网侧电流、电压等相关信息，如图 2-34 所示。

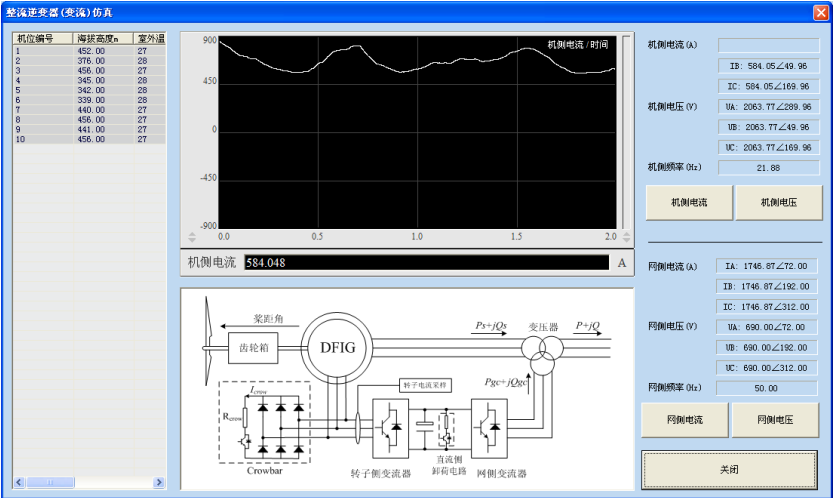


图 2-34 机组变流参数界面

2.2.4 风电数据采集与分析

风电数据采集与分析系统会实时的反馈机组相关信息，点击按钮会弹出数据采集与监控界面，如图 2-35 所示。

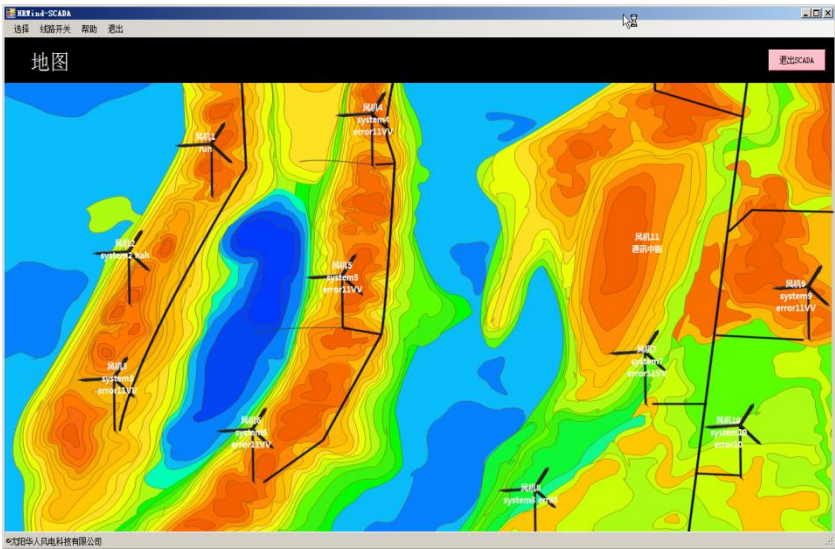


图 2-35 风电场数据采集与分析界面（HRWind-Scada）

通过选择菜单或单击界面上的机组来实时观察机组情况，如图 2-36 所示。

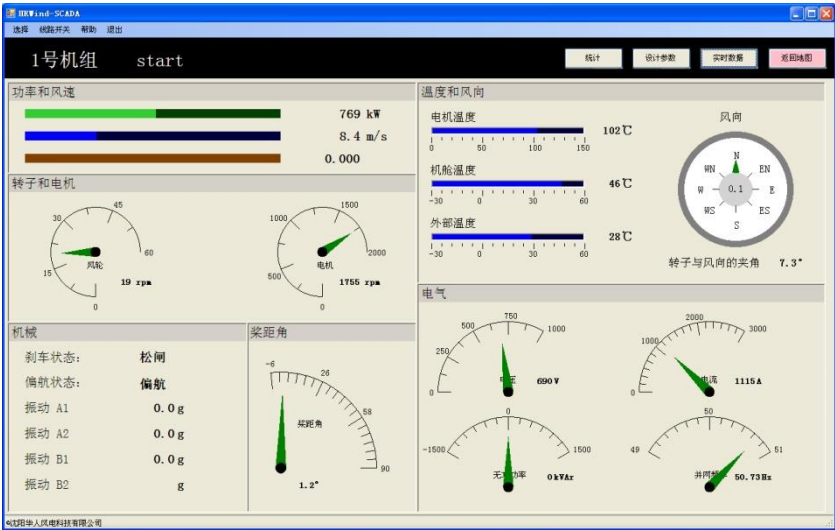


图 2-36 机组运行状态界面

点击“统计”按钮，如图 2-37 所示，有关于该机组的统计报表（包括查月、日、年以及整体查询等）并能够生成报表。



图 2-37 统计按钮功能界面

还有关于风速-功率曲线、风向玫瑰图和事件日志等功能，如图 2-38、2-39、2-40 所示，主要为了分析统计数据资料。

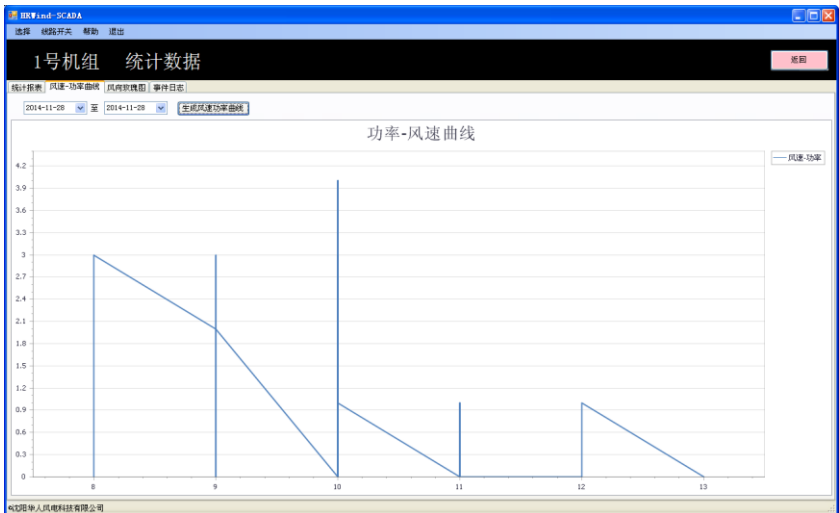


图 2-38 风速-功率曲线

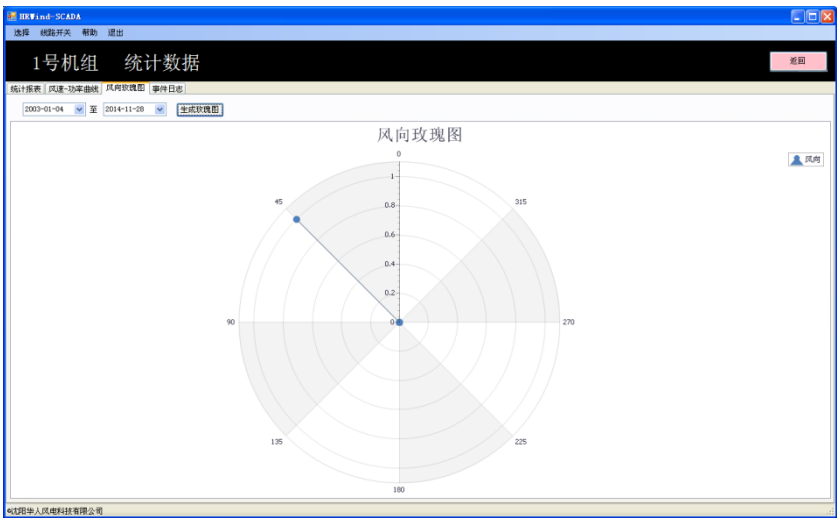
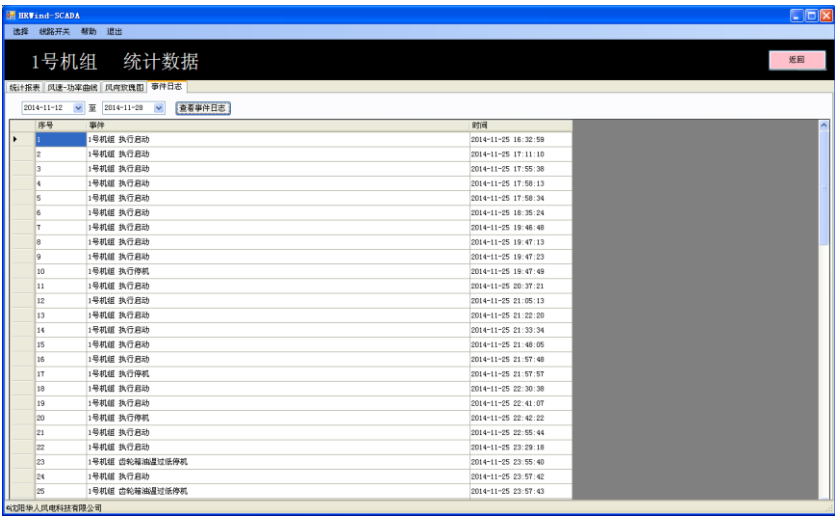


图 2-39 风向玫瑰图界面



The figure shows a software window titled "1号机组 统计数据" (Unit 1 Statistics). It contains a table titled "异常事件日志" (Abnormal Event Log). The table has three columns: "序号" (Serial Number), "事件" (Event), and "时间" (Time). The table lists 25 events, all related to the start and stop of Unit 1. The window also includes a menu bar with "选择", "统计开关", and "帮助", and a toolbar with "查看事件日志". The status bar at the bottom reads "杭州阳华人民电网科技有限公司".

序号	事件	时间
1	1号机组 执行启动	2014-11-25 16:30:59
2	1号机组 执行启动	2014-11-25 17:11:10
3	1号机组 执行启动	2014-11-25 17:55:36
4	1号机组 执行启动	2014-11-25 17:58:13
5	1号机组 执行启动	2014-11-25 17:58:34
6	1号机组 执行启动	2014-11-25 18:35:24
7	1号机组 执行启动	2014-11-25 19:46:48
8	1号机组 执行启动	2014-11-25 19:47:13
9	1号机组 执行启动	2014-11-25 19:47:23
10	1号机组 执行停机	2014-11-25 19:47:49
11	1号机组 执行启动	2014-11-25 20:37:21
12	1号机组 执行启动	2014-11-25 21:05:13
13	1号机组 执行启动	2014-11-25 21:22:20
14	1号机组 执行启动	2014-11-25 21:33:34
15	1号机组 执行启动	2014-11-25 21:40:05
16	1号机组 执行启动	2014-11-25 21:57:40
17	1号机组 执行停机	2014-11-25 21:57:57
18	1号机组 执行启动	2014-11-25 22:30:30
19	1号机组 执行启动	2014-11-25 22:41:07
20	1号机组 执行停机	2014-11-25 22:42:22
21	1号机组 执行启动	2014-11-25 22:55:44
22	1号机组 执行启动	2014-11-25 23:29:18
23	1号机组 齿轮箱漏油后继续停机	2014-11-25 23:55:40
24	1号机组 执行启动	2014-11-25 23:57:42
25	1号机组 齿轮箱漏油后继续停机	2014-11-25 23:57:43

图 2-40 事件日志

点击“设计参数”按钮，会显示该机组的型号额定功率、额定电流、切入风速、传动比风轮直径等相关数据(齿轮箱类型为 A Planetary Level Two Parallel Axis 即一级行星二级平行轴) 如图 2-41 所示。



图 2-41 设计参数界面

点击“实时数据”按钮，会有该机组的状态、风轮转速、电机转速、桨距角、风向、偏航角、电压、电流、无功功率、并网频率、功率、风速、刹车状态、偏航状态、震动、电机温度、机舱温度、外部温度、功率因子等相关数据以及曲线图的实时显示，如图 2-42、2-43 所示，数据的显示最多勾选 6 项。

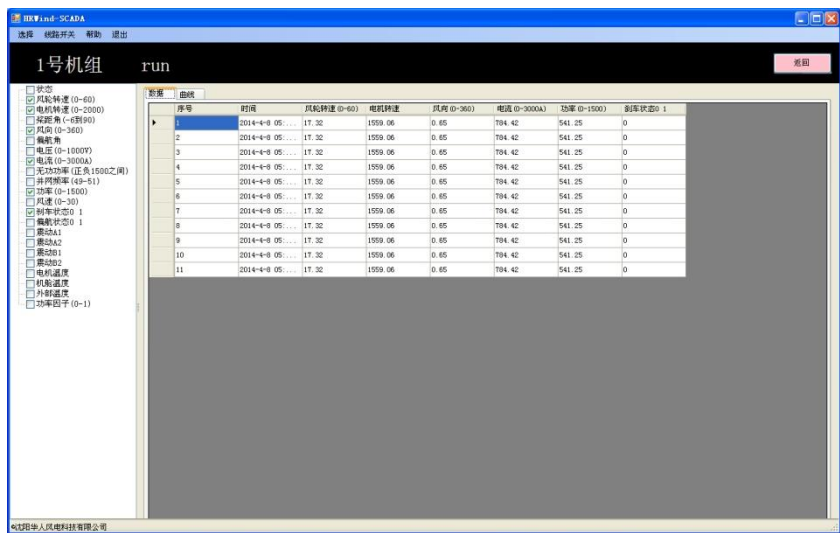


图 2-42 实时数据界面 1

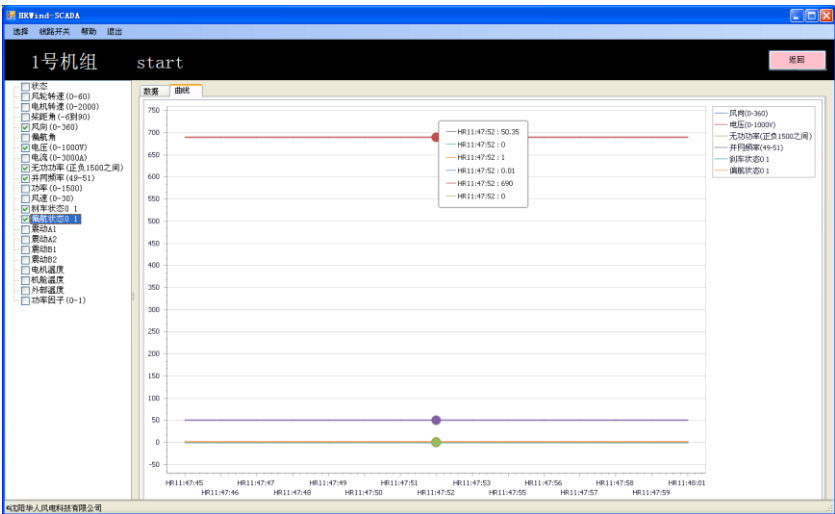


图 2-43 实时数据界面 2

选择“线路开关”按钮，会看到所有线路的开关状态，如图 2-44 所示，其他开关则关联系统实时变化，此线路开关同步升压系统操作，实时显示机组状态、电流、有功功率、无功功率、功率因数等相关信息。

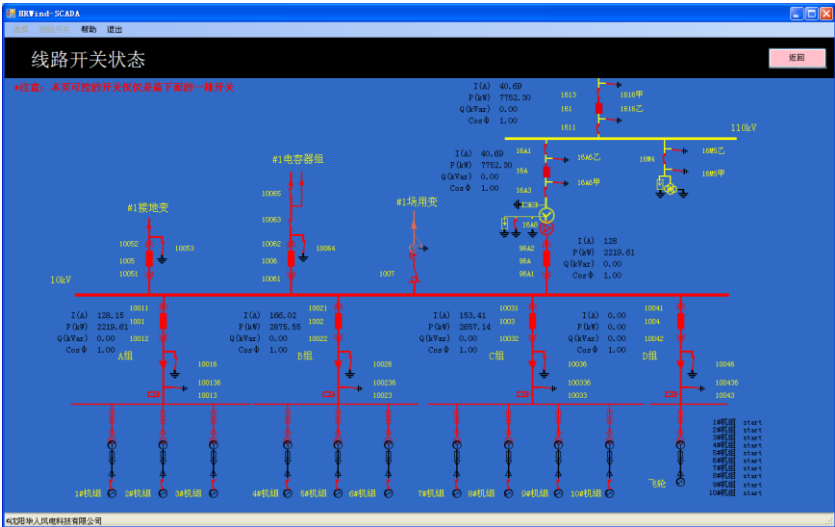


图 2-44 线路开关状态界面

2.3 设备监控

2.3.1 机组发电系统仿真

【操作】选择“机组发电系统仿真”按钮，会显示该机组的发电参数，以及控制机组的启动、停机、急停、维护等操作，执行启动操作首先需要导通电网，如图 2-45 所示。

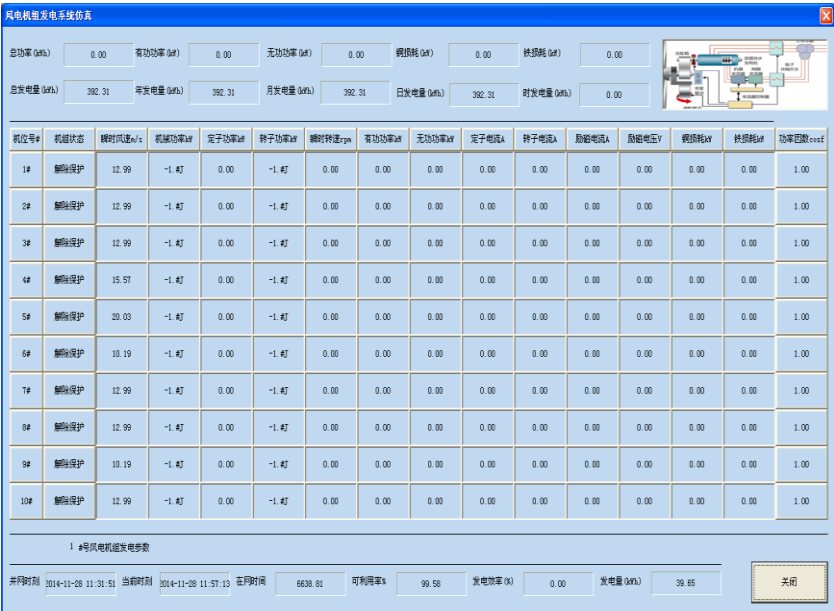


图 2-45 风电机组电气控制界面

通过点击机组状态对应的按钮，来控制机组的状态操作，点击正在运行的 1#机组的机组状态按钮，如图 2-46 所示，选择“停机”按钮，会询问是否确认操作。



图 2-46 机组操作界面

确认操作后会弹出操作申请，如图 2-47 所示。



图 2-47 操作申请界面

点击“前往”按钮进行机组操作，如图 2-48 所示，点击上方的红色停机操作按钮，提示停机开始，选择确认操作，机组开始进入停机状态，启动、急停、维护等操作同停机操作相同（维护操作只有在停机的状态下才能操作）。



图 2-48 控制器操作界面

2.3.2 机舱温度场仿真

机舱温度场仿真主要针对各个机组的主轴承、齿轮箱、发电机、控制柜、空调系统、制动器等部件进行温度监控，同时对影响温度的因素，如，风速、功率、气温、齿轮箱润滑油温度、液压系统温度等因素也进行实时监控，如图 2-49 所示，打开温度监控窗口，默认显示的为机舱温度场，也可通过点击“部分温度监测”按钮，查看部件的实时温度，如图 2-50 所示，调节空调目标温度以及齿轮箱、空调、控制柜的位置可以用来观察机舱和各个部件的温度变化，如图 2-51 所示。

在空调目标温度栏里输入温度数值，点击“更改目标温度”按钮，查看不同温度时机舱温度场的变化情况，同时也可以通过调节各个部件的位置来观察移动部件或空调位置后机舱内温度的变化情况。

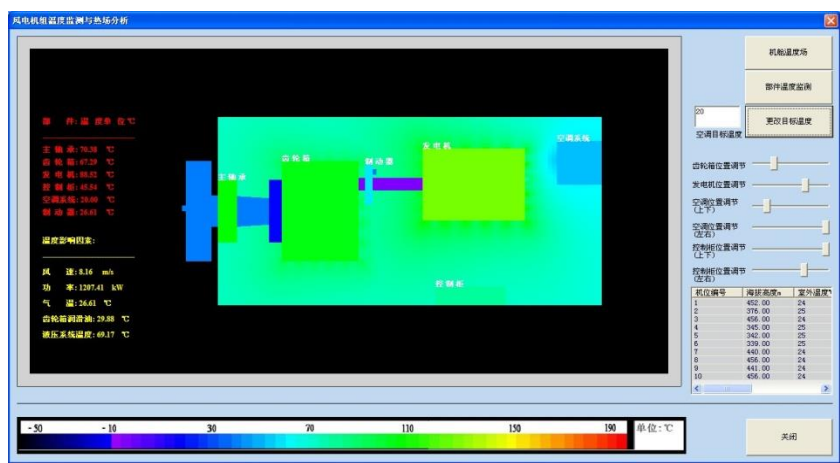


图 2-49 风电机组温度监测与热场分析

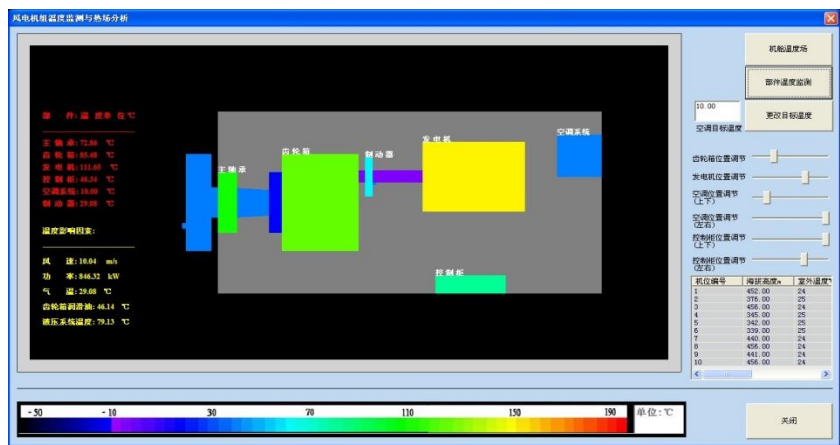


图 2-50 部件温度监控示意图

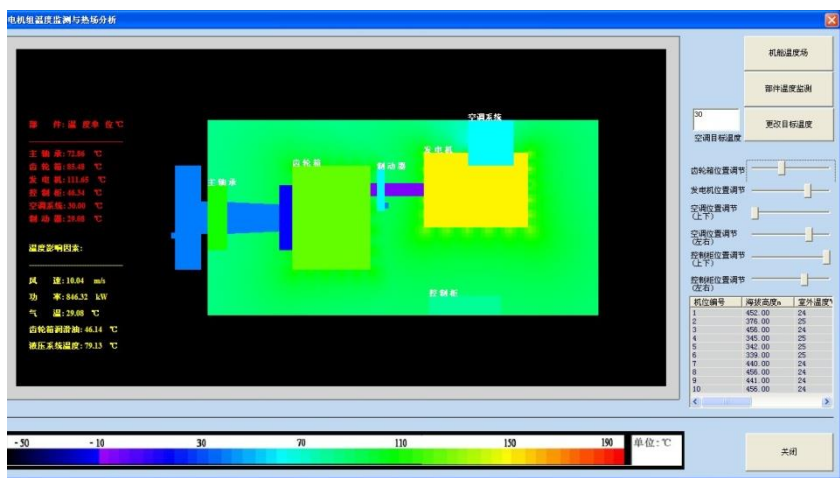


图 2-51 更改温度和部件位置的示意图

2.3.3 风电机组安全监控

风电机组安全监控系统，提供了多种常见的故障原因，如震动急停、风轮超速、制动磨损、机舱扭缆、频率过高、频率过低、液压油位过低、齿轮箱油位过低、液压油温过高、齿轮箱油温过高、发电机温度过高、风速过高、发电机超速、主轴承温度过高、电网掉电、主控故障等，如图 2-52 所示。



图 2-52 机舱安全监控界面

当点击某个故障按钮时，左侧会显示出故障所出现的原因所在（硬件安全链和软件安全程序），如图 2-53 所示，点击“故障原因”会有相关故障解释，如图 2-54 所示，部分不造成停机的故障，点击“故障排除”排除按钮，会恢复机组至正常运行状态，再次点击故障原因时便会提示该机组无故障，如图 2-55 所示。



图 2-53 显示故障界面



图 2-54 故障成因说明界面



图 2-55 故障解除界面

2.3.4 机组传动系统仿真

机组传动系统仿真，也是风电机组运行状态仿真分析，如图 2-56 所示，包括机组报警记录，报警记录主要针对启动、停机、急停、维护等操作进行记录，信息会在左上方的记录信息框中显示，如图 2-57 所示。

界面中间为风轮旋转状态、叶片桨距角变化、偏航角与风向关系的视图，其中绿色箭头线表示风向以及大小，线条越粗表示风越大。右边为风轮转速、风轮转矩、变桨角度、机械功率、电机转速、电机转矩、偏航角度、电机功率等曲线图，同时也会有对应的数值实时显示。除上述的信息外，还包括入流角、瞬时风向、瞬时风速、定子电流/电压、转子电流/电压、输出/机械功率、转子/定子功率等相关信息以及各风电机组设计指标，如额定功率、传动比、额定风速、额定电流等信息的实时显示，如图 2-56 中部数据所示。

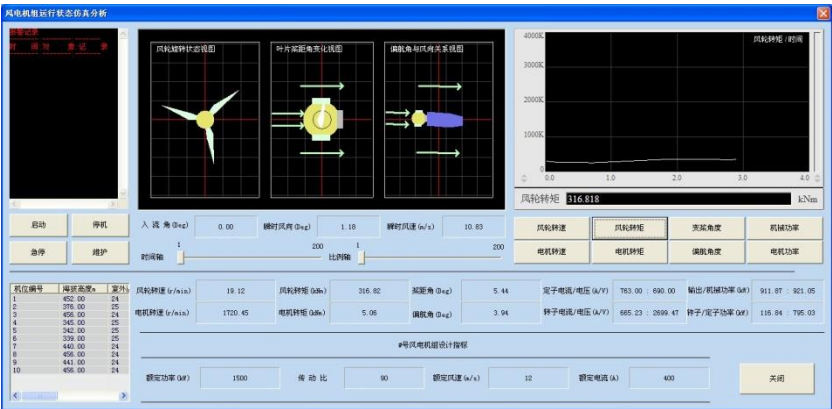


图 2-56 机组运动控制

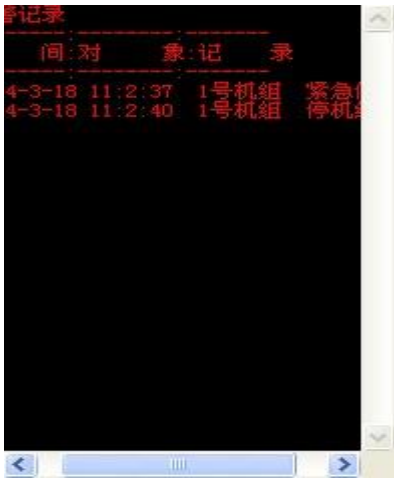


图 2-57 报警记录

其中，时间轴数值越大仿真速度越快，比例轴数值越大，则曲线压缩越明显，如图 2-58 所示。

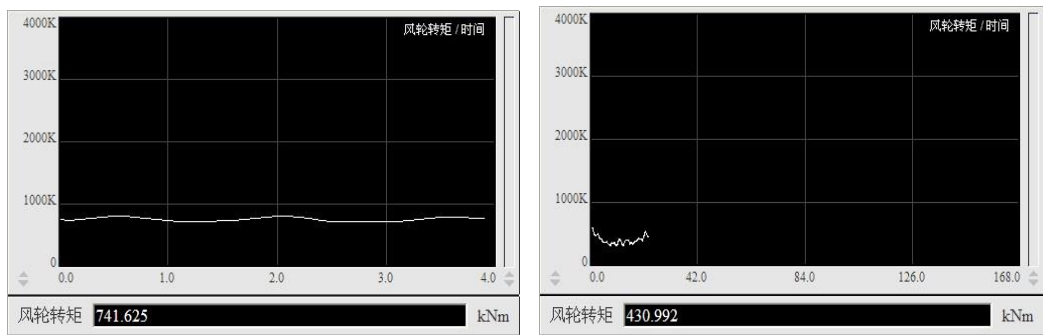


图 2-58 未调节比例轴与调节后的对比显示图

启动、停机、急停、维护等功能操作同“设备监控”中“机组发电系统仿真”的操作相同（如图 2-46 所示）。

2. 4 运维培训

2. 4. 1 风电机组定检培训

【操作】点击软件主界面上的“风电机组定检培训”按钮，弹出模式选择框，如图 2-59 所示，分别为考试模式和训练模式，选择考试模式进入。

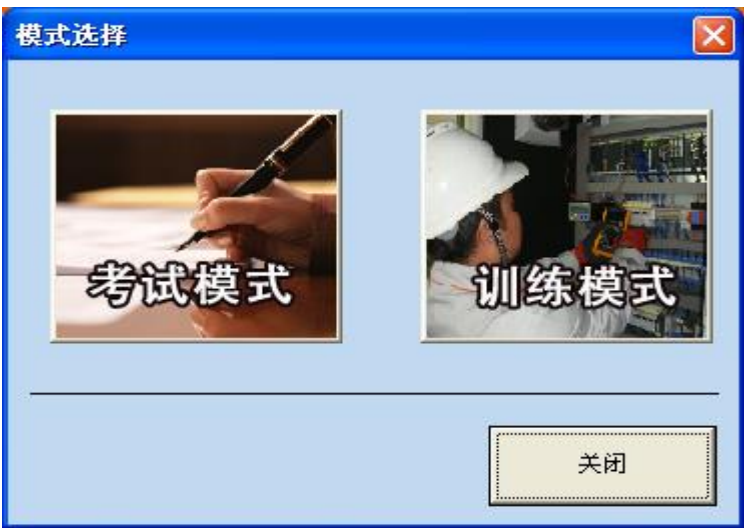


图 2-59 模式选择

选定模式后会弹出要巡检的项目列表，如图 2-60 所示，例如，巡检变流器，点击提交申请，巡检内容处选择变流器，如图 2-61 所示，为了操作安全性可查看申请单并打印和保存，如图 2-62 所示。



图 2-60 巡检项目列表



图 2-61 巡检申请操作

对话

巡检工作票

操 作 人

模拟操作员0101

执行日期

2014-4-8 6:26:16

结束日期

2014-4-8 7:26:16

巡检对象

1#风电机组

巡检内容

变流器

注意事项

1.安全帽、安全带、绝缘鞋等安全装置佩戴整齐，操作前请认真检查设备。

2.严格遵守操作规程，不得违规操作。

3.务必在第三者监护下操作

监护签字

审批签字

存储路径

...

保存工作单

打印工作单

关闭

图 2-62 申请单操作

确认申请后，选择领取工具项，进入变流器巡检窗口，如图 2-63 所示，通过选择巡检的项目来了解变流器的正确巡检方法，考试模式与巡检模式唯一的区别是不提供参考答案，当选择被动训练时，系统会弹出每个变流器的巡检项目（巡检项目中混杂着错误答案）由用户被动选择是与否，选择结束后，会显示分数（由于项目数多样性，分数不能以正常的分数值计算，只有在全部选择正确的情况下才会为 100 分，有错误的情况下会产生负分），如图 2-64、2-65 所示。

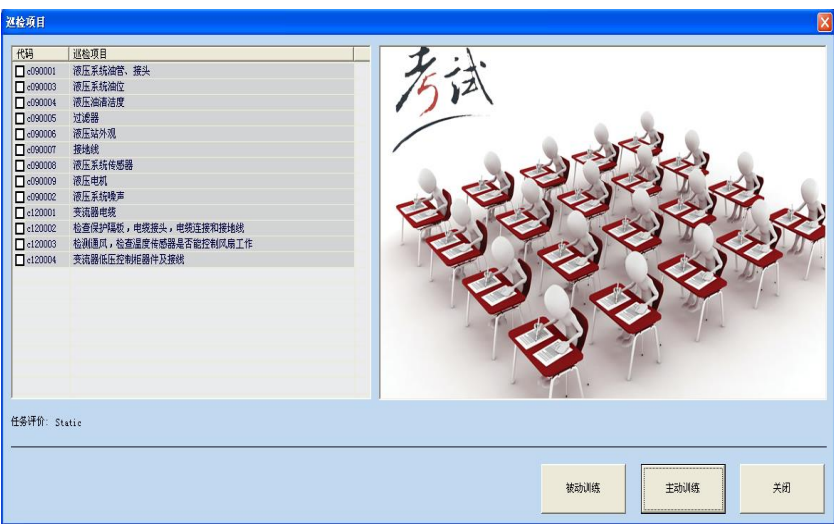


图 2-63 变流器巡检项目



图 2-64 被动训练

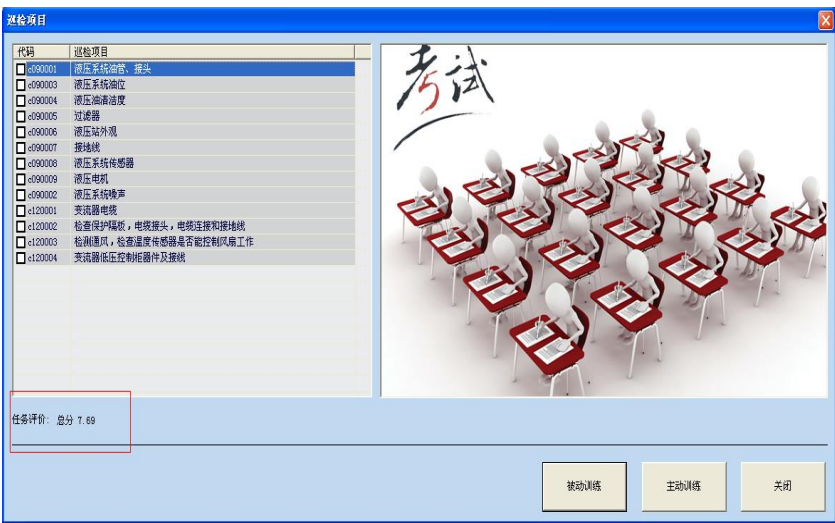


图 2-65 被动训练成绩结果

主动训练则是用户自己勾选巡检项目，当确定勾选项目后，点击主动训练，同样会有分值显示，评分标准同被动训练一致，如图 2-66 所示。

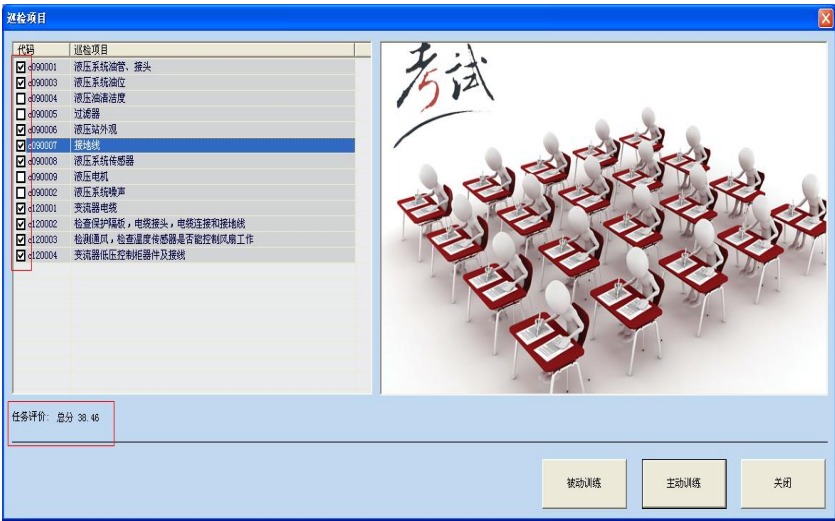


图 2-66 主动训练成绩结果

训练模式与考试模式操作完全相同，不同点是训练模式会在用户选择巡检项目时在评分处给出该项目的选择是否正确，如图 2-67、2-68 所示。

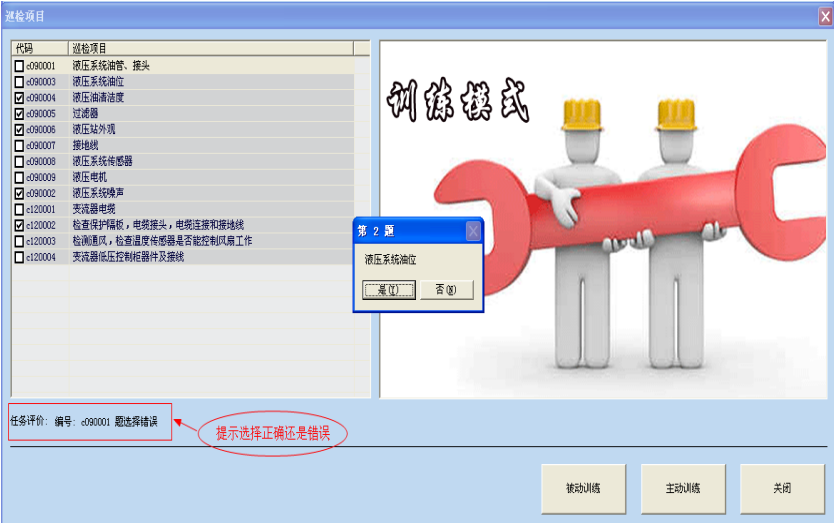


图 2-67 训练模式被动训练成绩结果

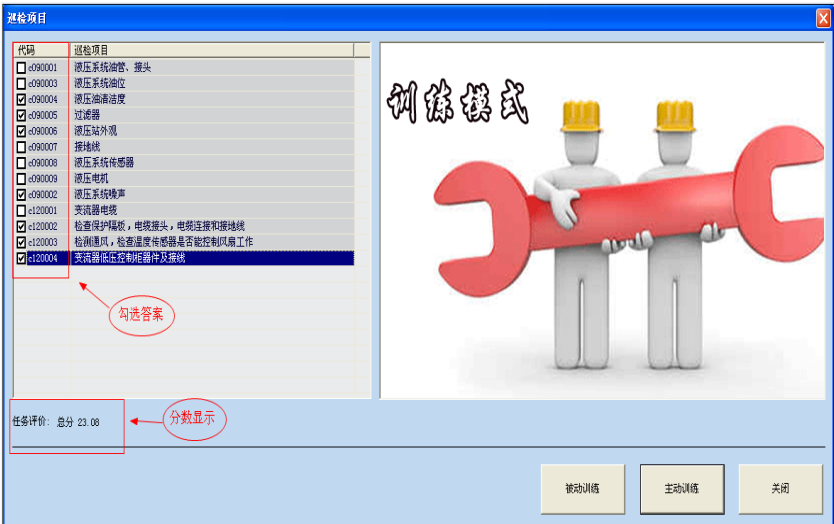


图 2-68 训练模式主动训练成绩结果

2. 4. 2 电气设备操作培训

选择电气设备操作培训，弹出风电场电气维护操作界面，如图 2-69 所示，主要针对机组电源柜、组线开关、接地变、电容器组、刀闸、开关汇控柜等操作，由于逻辑限制，操作步骤必须为正确步骤，错误操作会提示或不能进行操作（逻辑操作顺序同风电场电气系统仿真）。

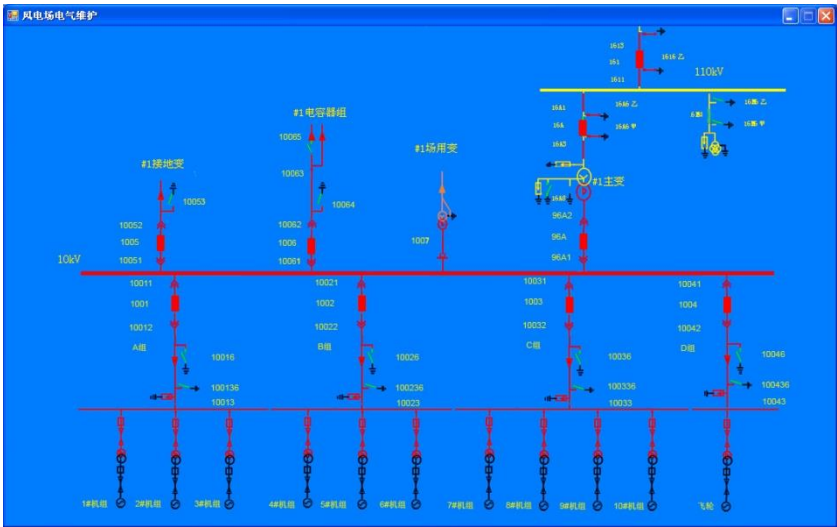


图 2-69 设备操作培训界面

点击最下排的机组按钮，选择电源柜，如图 2-70、2-71 所示，可对电源柜中的所有开关进行操作，如图 2-72 所示。



图 2-70 电源柜操作界面 1



图 2-71 电源柜操作界面 2



图 2-72 操作电源柜开关

选择组线开关柜，弹出操作界面如图 2-73 所示，选择就地操作，然后选择分闸，点击开门，进行开关和标识牌操作，如图 2-74、2-75 所示。



图 2-73、2-74 组线开关柜



图 2-75 组线开关柜操作

点击开箱操作，针对小车进行操作，如图 2-76 所示。



图 2-76 组线开关柜小车操作

接地变和电容器的操作同组线开关柜相同，主变开关柜的操作界面如图 2-77 所示。



图 2-77 主变开关柜小车操作

汇控开关柜操作如图 2-78 所示。

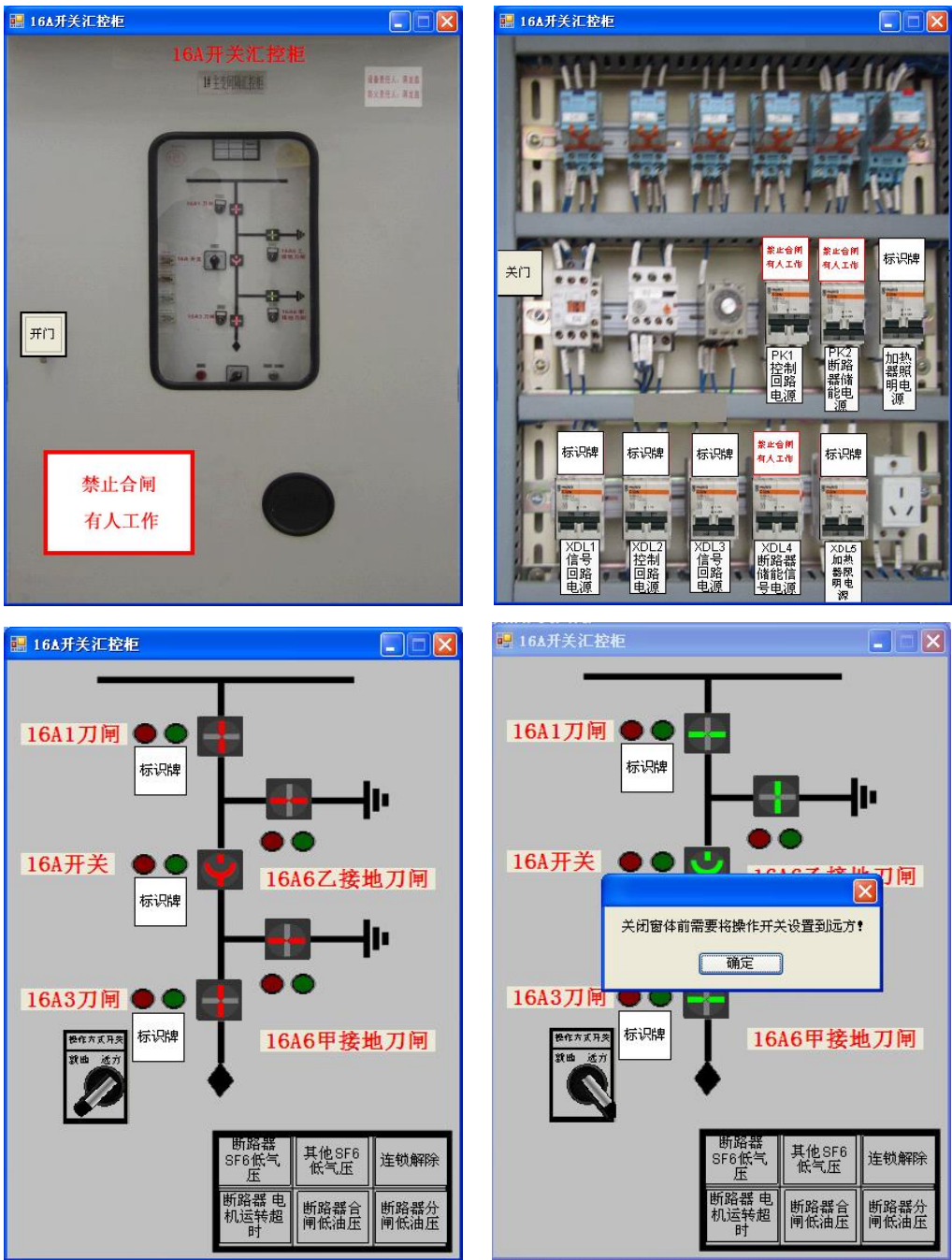


图 2-78 汇控柜操作

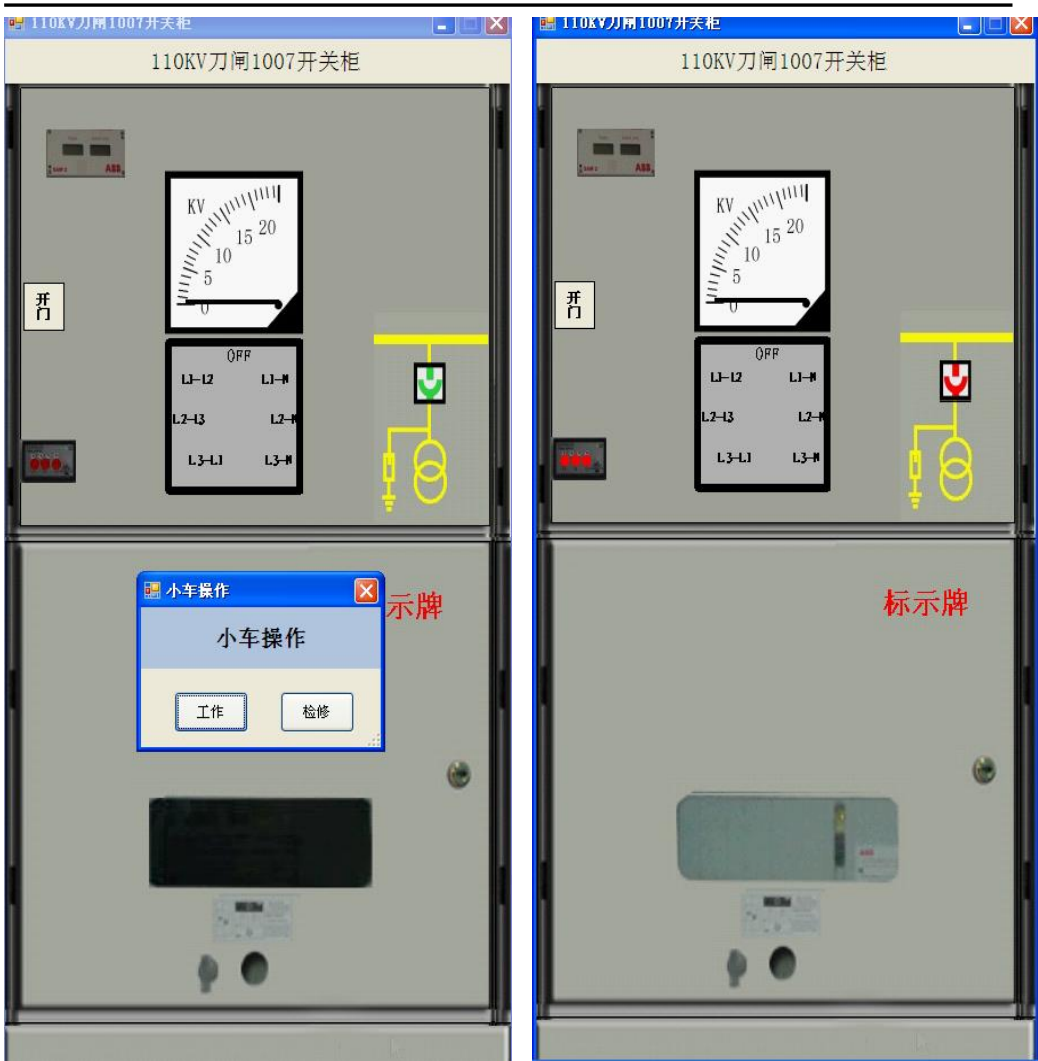


图 2-80 刀闸柜操作

刀闸开关操作如图 2-81 所示。



图 2-81 刀闸操作

当所有操作结束后，退回到设备操作培训主界面，主界面的开关会根据相关操作实时改变，如图 2-82 所示。

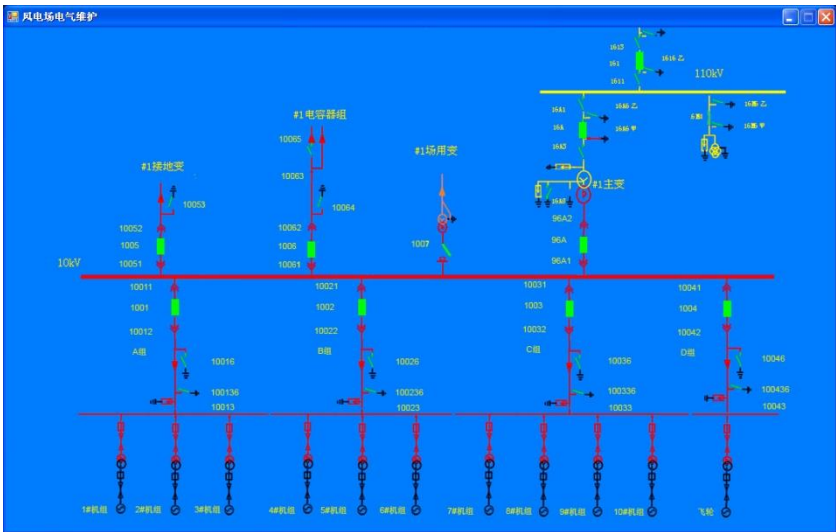


图 2-82 设备操作培训界面