

电力系统综合实验系统设备使用

说明书

PS-5G 型电力系统微机监控试验系统

使用说明书

编写人：刘永强 审核人：聂汉平

电气工程课程组
二〇〇六年七月

目 录

概 述	1
第一章 一次系统构成	3
(一) 综合自动化试验台特点	3
(二) 电力网的构成	3
(三) 电力网的结构特点	4
(四) 主电气设备的设计参数	5
第二章 试验操作台和无穷大系统	7
(一) 电源开关的操作	7
(二) 无穷大系统的操作	7
(三) 输电线路与短路实验操作	8
(四) 发电机并列和解列	9
(五) 联络变压器和负荷的操作	10
(六) 操作注意事项	10
第三章 电力网的监测	12
(一) 测量系统的配置	12
(二) 多功能电量表的性能	13
(三) 多功能电量表的基本操作	14
第四章 微机监控系统	17
(一) 监控系统的配置	17
(二) 监控软件简介	18
(三) 主界面操作	18
(四) 发电机界面操作	22
(五) 软件使用	25
附录一：电力系统微机监控台外形图	
附录二：试验台台面布置示意图	

概 述

PS-5G 型电力系统微机监控试验台是一个高度自动化的、开放式多机电力网综合试验系统，它建立在 WDT-III型电力系统综合实验平台的基础之上，将多个实验平台联接成一个大的电力系统，并配置微机监控系统实现电力系统“四遥”功能。它能够反映现代电能的生产、传输、分配和使用的全过程，充分体现现代电力系统高度自动化、信息化、数字化的特点，实现电力系统的检测、控制、监视、保护、调度的自动化。这个适应新实验课程体系的开放式公共实验平台，有利于提高学生创新思维与实践能力，更好地培养出高素质的复合型人才。

电力系统微机监控试验系统由计算机、试验操作台、无穷大系统等三大部分组成（如图 1 所示）。



图 1 PS-5G 型电力系统微机监控试验台现场图

多机电力网综合试验系统的研制，更新与加强了专业实验内容，改进了实验方法与手段，创建了一套能进行专业课程和综合研究试验的实验装置，建立一个开放式、研究性、综合型的专业实验现代教学体系，提高专业实验的教学质量和水平，更有利于培养学生综合分析问题和解决问题的能力。

第一章 一次系统构成

开放式多机电力网综合试验系统由 5 台相当于实际电力系统中发电厂的“WDT-III型电力系统综合自动化试验台”、1 台相当于实际电力系统调度通信局的“PS-5G 型电力系统微机监控试验台”、6 条不同长短的输电线路和 3 组可改变功率大小的负荷等组成。整个一次系统构成一个可变的环型电力网络，便于进行理论计算和实验分析。

（一）综合自动化试验台特点

“WDT-III 电力系统综合自动化试验台”是一个自动化程度很高的多功能试验平台，它是由发电机组、双回路输电线路、无穷大电源等一次设备组成，通过中间开关站和单回、双回线路的组合，可构成发电机与无穷大系统之间有四种不同联络阻抗，供系统实验分析比较时使用。每台原动机都配有自动调速装置，并具有超速保护功能；每台发电机配有自动励磁调节器，具有调差、强励、过励限制等功能；每台发电机还配有自动准同期装置，输电线路还配有微机过流保护和重合闸装置。每套自动装置都有 3 种控制方式供选择，并且微机励磁的运行方式和运行参数可在线修改。每台发电机的电流、电压都留有标准接口，以及对发电机组的调频、调压控制也留有接口，并且各开关的状态信号输出和跳、合控制接口全部引到端子排，供开发人员使用。

（二）电力网的构成

“PS-5G 型电力系统微机监控试验台”，是将 5 台“WDT-III 电力系统综合自动化实验台”的发电机组及其控制设备作为各个电源单元组成一个环网。电力网一次系统接线图如图 2 所示。

G-A、G-B、G-C、G-D、G-E 分别模拟 5 个发电厂，从 5 台发电机的母线引电缆分别联接到电力网母线 MA、MB、MC、MD、ME 上，模拟无穷大电源 W-G 则由市电 380V 经 20kVA 自耦调压器接至母线 MG 上，三组感性负荷分别联接至 MC，MD 母线上。而 MD 母线经联络变压器与线路中间站 MF 母线相联，整个一次系统构成一个可变结构的电力系统网络。

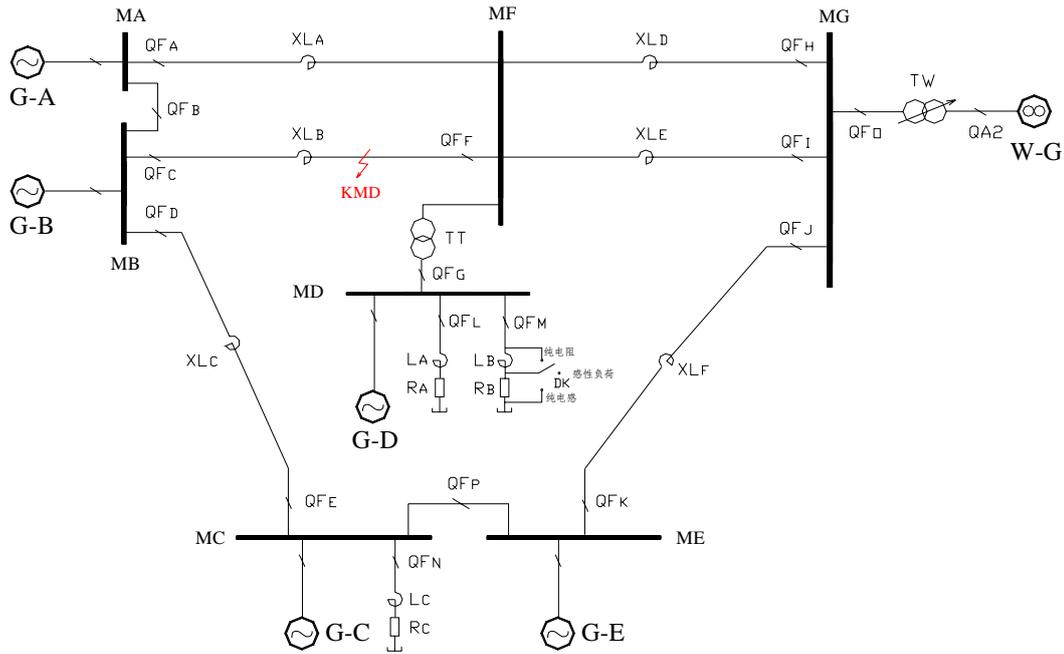


图 2 电力网一次系统接线图

(三) 电力网的结构特点

此电力系统主网按 500KV 电压等级来模拟，MD 母线为 220KV 电压等级，每台发电机按 600MW 机组来模拟，无穷大电源短路容量为 6000MVA。

A 站、B 站相联通过双回 400KM 长距离线路将功率送入无穷大系统，也可将母联断开分别输送功率。在距离 100KM 的中间站的母线 MF 经联络变压器与 220KV 母线 MD 相联，D 站在轻负荷时向系统输送功率，而当重负荷时则从系统吸收功率（当两组大小不同的 A，B 负荷同时投入时）从而改变潮流方向。

C 站，一方面经 70KM 短距离线路与 B 站相联，另一方面通过母联与 E 站相联，并且设有地方负荷。E 站经 200KM 中距离线路与无穷大母线 MG 相联。

此电力网是具有多个节点的环形电力网，通过投切线路，能灵活的改变接线方式，如切除 XL_C 线路，电力网则变成了一个辐射形网络，如切除 XL_F 线路，则 C 站要经过长距离线路向系统输送功率，如 XL_C 、 XL_F 线路都断开，则电力网变成了 T 型网络等等。

在不改变网络主结构前提下，通过分别改变发电机有功、无功来改变潮流的分布，可以通过投、切负荷改变电力网潮流的分布，也可以将双回路线改为

单回路线输送来改变电力网潮流的分布，还可以调整无穷大母线电压来改变电力网潮流的分布。

在不同的网络结构前提下，针对 XL_B 线路的三相故障，可进行故障计算分析实验，此时当线路故障时其两端的线路开关 QF_C 、 QF_F 跳开（开关跳闸时间应整定在 0.3 秒以内）。

（四）主电气设备的设计参数

1. 同步发电机

序号	性能数据	设计值
1	三相交流同步发电机容量 (kVA)	2.5
2	定子额定电压 (伏)	400
3	定子额定电流 (安)	3.61
4	功率因数 $\cos \phi$	0.8
5	发电机转速 (转 / 分)	1500
6	定子线圈电阻 (75°C) (欧 / 相)	3.224
7	磁极线圈电阻 (75°C) (欧)	22.37
8	定子线圈铜耗 (75°C) (瓦)	135
9	磁极线圈铜耗 (75°C) (瓦)	110
10	定子铁耗 (瓦)	92
11	转子铁耗 (瓦)	13.5
12	机械损耗 (瓦)	74.5
13	附加损耗 (瓦)	15
14	总损耗 (瓦)	440
15	效率 (%)	78
16	满载励磁电流 (安)	2.5
17	满载励磁电压 (伏)	70
18	定子漏抗 (标么值)	0.0477
19	直轴同步电抗 (标么值)	1.5
20	横轴同步电抗 (标么值)	0.7057

21	直轴瞬时电抗（标么值）	0.146
22	横轴瞬时电抗（标么值）	0.7057
23	直轴次瞬时电抗（标么值）	0.146
24	横轴次瞬时电抗（标么值）	0.7

2. 输电线路

$$XL_A=XL_B=4\angle 86^\circ \quad (\Omega) \quad (2.5\angle 85.2^\circ, 4\angle 86^\circ, 5.5\angle 86.4^\circ)$$

$$XL_C=2.5\angle 85.2^\circ \quad (\Omega) \quad (2.5\angle 85.2^\circ, 4\angle 86^\circ, 5.5\angle 86.4^\circ)$$

$$XL_D=XL_E=12\angle 86^\circ \quad (\Omega) \quad (9\angle 85.6^\circ, 12\angle 86^\circ, 15\angle 86.2^\circ)$$

$$XL_F=8\angle 86^\circ \quad (\Omega) \quad (6\angle 85.5^\circ, 8\angle 86^\circ, 10\angle 86.2^\circ)$$

注意：输电线路参数可以通过电抗的抽头更改，如括号内。

3. 联络变压器

变压器容量 $S_N=2.5\text{KVA}$

接线组别 Y_0 / Y_0

短路阻抗 $U_K=13\%$

变比为 380V 、 $380\pm 2.5\% \text{V}$ 、 $380\pm 5\% \text{V}$ / 380V

4. 模拟负荷

$$LD_A=(125+j95)\Omega$$

$$LD_B=160\Omega, (160+j105)\Omega, j105\Omega$$

$$LD_C=(120+j125)\Omega$$

其中， LD_B 的参数可以通过三刀三掷刀闸倒换。

第二章 试验操作台和无穷大系统

试验操作台是由输电线路单元、联络变和负荷单元、仪表测量单元、过流警告单元以及短路故障模拟单元组成。

无穷大系统是由 20kVA 的自耦调压器构成，通过调整自耦调压器的电压可以改变无穷大母线的电压。

注意：应该特别指出，在进行试验前，必须先阅读本使用说明书，了解和掌握操作方法后，方可独立地进行电力系统的试验研究。

（一）电源开关的操作

试验操作台的“操作面板”上有模拟接线图。操作按钮以及指示灯和多功能电量表。操作按钮与模拟接线图中被操作的对象结合在一起，并用灯光颜色表示其工作状态，具有直观的效果。红色灯亮表示开关在合闸位置，绿色灯亮表示开关在分闸位置。试验操作台“台面布置示意图”见附录二。

在试验操作台“操作面板”左上方有一个“操作电源”，此开关向整个台体提供操作电源和计算机、打印机、多功能电量表的工作电源，并给指示灯和 PLC 用的直流 24V 稳压电源供电。

因此，在开始各部分操作之前，都必须先投入“操作电源”（向上扳至 ON），此时反映出各开关位置的绿色指示灯均亮，同时 9 块多功能电量表上电。在结束试验时，其它操作都正确完成之后，同样必须断开操作电源（向下扳至 OFF）。

（二）无穷大系统的操作

所谓无穷大电源可以看作是内阻抗为零，频率、电压以及相位都恒定不变的一台同步发电机。在本试验系统中是将交流 380V 市电经 20kVA 自耦调压器，通过监控台输电线路与实验用的同步发电机构成“一机一无穷大”或“多机（本台最多可接五机）一无穷大”的电力系统。

1. 无穷大电源的投入操作

在投入“操作电源”之后，投入“动力电源”，此时自耦调压器原方已接通了动力电源。按下无穷大系统的“系统开关”（红色按钮），“系统开关”合上后，

红色按钮指示灯亮，表示无穷大母线得电，通过线路测量的多功能电量表观察系统电压是否为试验要求值。

调整自耦调压器把手，顺时针增大或逆时针减少输出至无穷大母线上的电压，调整至试验要求值（一般为 380V），即完成无穷大电源投入工作。

注意：通过多功能电量表的电压栏，观察三个线电压（ U_{AB} ， U_{BC} ， U_{CA} ）和三个相电压（ U_{AN} ， U_{BN} ， U_{CN} ）同时要弄清相电压或线电压额定值以免造成过电压，而烧损设备。

2. 无穷大电源的切除操作

无穷大电源的切除操作大多数是在试验完成后，发电机已与系统解列，所有线路均已退出工作之后进行。

按下“系统开关”的“绿色按钮”，其“绿色按钮”的指示灯亮，“红色按钮”的指示灯灭，表示系统开关已断开，无穷大电源的切除操作完成。

（三）输电线路与短路实验操作

在电力网的结构图中，共有 6 条输电线路将 5 台发电机与无穷大系统相联。其中一条线路设有故障点，在进行暂态稳定试验时，在输电线路 XL_B 上发生短路故障，继电保护要将线路 XL_B 切除，即跳“ QF_C ”，“ QF_F ”线路开关，为后面叙述方便，称该线路为“可控线路”，其它线路仅能手动进行操作，称为“不可控线路”。

1. “不可控线路”的操作

线路 XL_A 、 XL_D 、 XL_E 分别由单开关“ QF_A ”、“ QF_H ”、“ QF_I ”控制，按下“ QF_A ”的“红色按钮”，其“红色按钮”的指示灯亮，“绿色按钮”的指示灯灭，表示开关“ QF_A ”已投入，即 MA 母线与 MF 母线通过 XL_A 相联。 XL_D 、 XL_E 线路的投入与前面相类似，“ QF_B ”是 MA 母线与 MB 母线之间的母联开关。合母联开关时，注意观察两母线是否存在同期问题。

线路 XL_C 、 XL_F 分别由两端开关“ QF_D 、 QF_E ”、“ QF_J 、 QF_K ”控制，即按上述操作，将两端开关都合上以后，该线路才投入运行。“ QF_P ”是 MC 母线与 ME 母线之间的母联开关，同理，此开关操作要注意同期问题。

注意：母联开关、线路开关的操作之前一定要分析是否存在同期问题，或

者解列问题。如存在同期问题，则应先将独立发电机解列，然后合上母联，或者线路开关，之后再将独立发电机同期。

2. “可控线路”的操作

“可控线路”的常规操作与“不可控线路”的操作一样，只是在“可控线路”上预设短路点并装有保护控制回路，可控制“QF_C”“QF_F”的跳闸，当XL_B线路末端发生三相短路时，即按下长方形红色的“短路操作”按钮。保护装置通过延时后将“QF_C”“QF_F”开关跳开，即切除故障线路，保护动作时间可以通过控制台后面的时间继电器整定，故在按下“短路操作”按钮之前一定要整定好保护动作时间，看清楚时间继电器“sec”（秒）和“min”（分）的选择以及对应的“×1”和“×10”的选择。一般选择应在0.3秒以内。

注意：多机电力系统的短路电流很大，线路保护的動作时间应很快，一般在“0.1~0.3”之间。故时间继电器整定时，要选择“sec”位置，量程选择为“×1”档位。且故障一定要检查时间继电器是否选择正确动作时间。

（四）发电机并列和解列

当无穷大电源投入，各线路开关均合上以后，即MA母线、MB母线、MC母线、ME母线均得电。合上“QF_G”开关MD母线也得电。通过多功能电量表，可以观察到各母线上的电压。

“操作面板”上五台发电机的并列开关其红色的按钮状单元仅仅只是一个并列开关位置指示灯。当“WTD—III电力系统综合自动化试验台”上的并列开关合上时，则该开关显示合闸位置的红色指示灯亮。而绿色按钮按下时则跳“综合自动化试验台”上的并列开关，并且显示跳闸位置的绿色指示灯亮、红色指示灯灭。

以上所述说明“电力系统微机监控试验台”对远方的发电机同期只能进行跳闸控制，不能进行并列控制，但显示其开关位置信号。

故所有的发电机并列控制均在该发电机的控制台上进行，见“WTD—III电力系统综合自动化试验台使用说明书”，而解列控制可以在现地进行，也可以在“电力系统微机监控试验台”上进行。

注意：当做多机系统联网试验时，所有“综合自动化试验台”上的无穷大

开关以及线路开关均不能合上，对大系统而言“综合自动化试验台”仅仅只是用发电机及其控制系统和同期操作。如将该台上无穷大和线路开关合上，很可能造成两个无穷大系统短路。所造成的后果自负！

（五）联络变压器和负荷的操作

当 MF 母线得电，则联络变压器带电。当合上“QFG”开关、则 MF 母线的电送至 MD 母线，联络变压器的变比是可以改变的（见本说明第一章第四节）从而使 MF 母线与 MD 母线成为二个不同电压等级母线。

LD_A、LD_B 负荷在 MD 母线上，而 LD_C 负荷在 MC 母线上。合上其开关则将负荷投入各自母线。当任何一组负荷投入运行时，则控制台左侧的二台送风风扇和右侧的二台抽风风扇将自动同时启动。当负荷全部故障时，冷却风扇延时停机。其中 LD_B 负荷可以改变其大小和负荷性质，即在控制台后有一个三相三掷刀闸。选择“纯电阻”“感性负荷”“纯电感”从而改变负荷功率因素和负荷功率大小。

注意：当任何一组负荷投入运行时，四台冷却风扇自动启动，此风扇具有良好地散热效果。如果有风扇没有工作，则应停机检修，否则负荷的大量热能会烧损设备！！

（六）操作注意事项

1. 应该特别指出，在进行试验前，必须先阅读本使用说明书，了解和掌握操作方法后，方可独立地进行电力系统的试验研究。

2. 多机电力系统的短路电流很大，线路保护的動作时间应很快，一般“0.1~0.3”之间。故时间继电器整定时，要选择“sec”位置，量程选择为“×1”档位。且故障一定要检查时间继电器是否选择正确動作时间。

3. 当做多机系统联网试验时，所有“综合自动化试验台”上的无穷大开关以及线路开关均不能合上，对大系统而言“综合自动化试验台”仅仅只是用发电机及其控制系统和同期操作。如将该台上无穷大和线路开关合上，很可能造成两个无穷大系统短路。所造成的后果自负！

4. 通过多功能电量表的电压栏，观察三个线电压（ U_{AB} ， U_{BC} ， U_{CA} ）和三个相电压（ U_{AN} ， U_{BN} ， U_{CN} ）同时要弄清相电压或线电压额定值以免造成过电压，而烧损设备。

5. 多机电力系统的短路电流很大, 线路保护的动作时间应很快, 一般“0.1~0.3”之间。故时间继电器整定时, 要选择“sec”位置, 量程选择为“×1”档位。且故障一定要检查时间继电器是否选择正确动作时间。

6. 当做多机系统联网试验时, 所有“综合自动化试验台”上的无穷大开关以及线路开关均不能合上, 对大系统而言“综合自动化试验台”仅仅只是用发电机及其控制系统和同期操作。如将该台上无穷大和线路开关合上, 很可能造成两个无穷大系统短路。所造成的后果自负!

第三章 电力网的监测

(一) 测量系统的配置

微机监控试验台对电力网的 6 条输电线路, 1 台联络变压器、2 组负荷全部采用了微机型的多功能电量表。可以现地显示各支路的所有电气量。“电力网测量系统接线图”如图 3 所示, 在该图中标明了“同名端”, 即功率的方向。

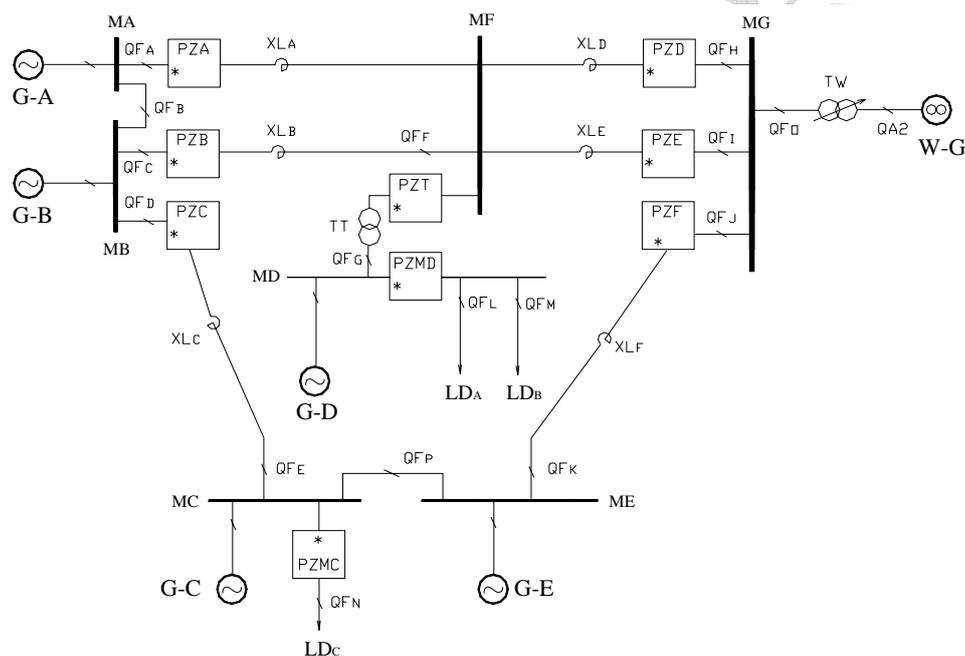


图 3 电力网测量系统接线图

监控台上共有九块多功能电量表:

第一块多功能电量表为“MC 负荷测量”, 即图中“PZMC”符号表示, 测量 MC 母线电压和 LD_C 负荷电量;

第二块多功能电量表为“XL_A 线路测量”, 即图中“PZA”符号表示, 下方对应“XL_A 过流”指示灯;

第三块多功能电量表为“XL_B 线路测量”, 即图中“PZB”符号表示, 下

方对应“ XL_B 过流”指示灯；

第四块多功能电量为“ XL_C 线路测量”，即图中“PZC”符号表示，下方对应“ XL_C 过流”指示灯；

第五块多功能电量为“联络变压器测量”，即图中“PZT”符号表示，测量 MF 母线电压和联络变压器向 MF 母线输送的功率；

第六块多功能电量为“ XL_D 线路测量”，即图中“PZD”符号表示，下方对应“ XL_D 过流”指示灯；

第七块多功能电量为“ XL_E 线路测量”，即图中“PZE”符号表示，下方对应“ XL_E 过流”指示灯；

第八块多功能电量为“ XL_F 线路测量”，即图中“PZF”符号表示，下方对应“ XL_F 过流”指示灯；

第九块多功能电量为“MD 负荷测量”，即图中“PZMD”符号表示，测量 MD 母线电压和 LD_A 、 LD_B 负荷的总电量。

在 XL_A 线路上,当功率从 MA 母线流向 MF 母线时,电量表 PZA 显示为“正”,反之显示为“负”。如显示为“负”,即功率从 MF 母线流向 MA 母线。同理可见“同名端”的方向是发电机指向系统的方向,即各台发电机均向系统输电时,所有的线路上电量表显示均为“正”。

在负荷测量中,电量表 PZMD 显示的是 MD 母线上的负荷,即 LD_A 和 LD_B 的负荷总和,此电量表永远显示为“正”。电量表 PZMC 显示的是 MC 母线上的负荷,即 LD_C 也显示为“正”。

在联络变压器测量中,电量表 PZT 显示的是流经变压器的电量,当功率从 MD 母线流向 MF 母线则电量表 PZT 显示为“正”,反之显示为“负”。

当输电线路电流大于 5A,则该线路测量用的多功能电量表下方黄色过流指示灯亮,当该线路电流低于 5A 后,则过流指示灯灭。

(二) 多功能电表的性能

在 PS-5G 型微机监控试验台的台面部分有 9 块 PDM-820 系列三相数字式多功能电表,它能够较为准确的反映监控试验台基本电量参数。例如三相电压 U_{AN} 、 U_{BN} 、 U_{CN} ,三相线电压 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CA} ,三相电流 I_A 、 I_B 、 I_C ,有功功率 P,无功功率 Q,频率 F 等等。另外它还集综合显示、需量测量于一体,

它既可以单独作为盘装电表使用，也可以作为电力监控系统的一部分，实现电量采集和越界报警等功能，其主要性能体现为：

- 标准三相 PT，CT 输入，交流采样，适应各种接线方式；
- 50 多种电量真有效值及最大值，最小值，平均值测量；
- 测量精度：电流 / 电压高于 0.2%，其它电量高于 0.4%；
- 3 行 LED 数码显示窗口，多种电量实时显示；
- 标准 RS-485 / 422 通讯接口；MODBUS / DNP3.0；
- 各种参数可通过前面板设定（密码保护）或软件设定。

（三）多功能电表的基本操作

PDM-820 三相多功能数字式电表具有三行大屏幕 LED 数码显示窗口，第一行显示 6 种电压参数，中间行显示 4 种电流参数，第三行显示 7 种电量参数（共 17 种电量参数），需要显示的电量参数可以通过仪表前面板按键开关设置，如图 4 所示。

电 压	电 流	电 量	
A-N	A	±KW	有功功率
B-N	B	±KVAR	无功功率
C-N	C	KVA	视在功率
A-B	N	±PF	功率因数
B-C		FREQ	周波
C-A		±KWH	有功电能
		±KVARH	无功电能

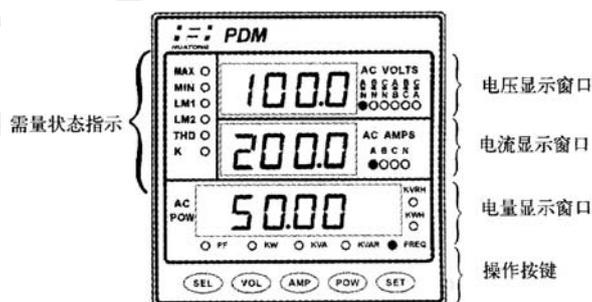
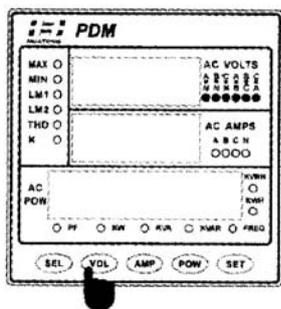


图 4 PDM-820 前面板显示窗口及按键

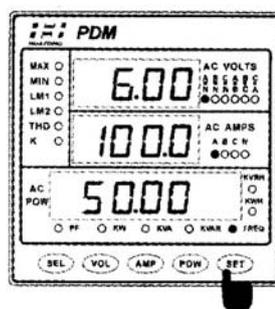
1. 电压参数显示

PDM-820 可以实时显示 6 种电压参数（线电压 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CA} 及相电压 U_{AN} 、 U_{BN} 、 U_{CN} ）。其选择显示参数的操作步骤如下：



步骤 1:

- a. 按“电压”键；
→此时仪表所有显示数值瞬时消失，电压 6 只 LED 指示灯亮。

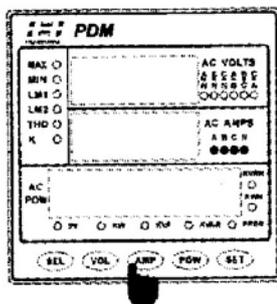


步骤 2:

- a. 按“设置”键，选择下一组电压；
→此时仪表显示电压数值通过按“设置”键来循环显示。

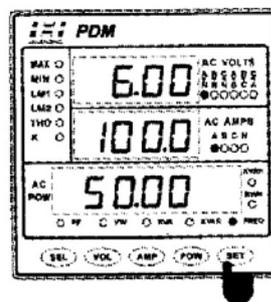
2. 电流参数显示

PDM-820 可以实时显示 4 种电流参数（ I_A 、 I_B 、 I_C 相电流及零序电流 I_N ）。其选择显示参数的操作步骤如下：



步骤 1:

- b. 按“电流”键；
→此时仪表所有显示数值瞬时消失，电流 4 只 LED 指示灯亮。

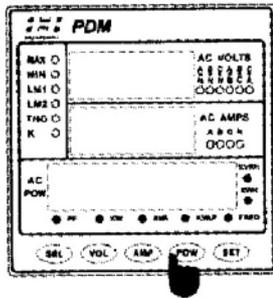


步骤 2:

- a. 按“设置”键，选择下一组电流；
→此时仪表显示电流数值通过按“设置”键来循环显示。

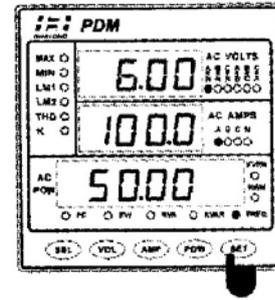
3. 电量参数显示

PDM-820 可以实时显示 7 种电量参数 (KW、KVAR、KVA、PF、FREQ、KWH、KVARH)。其选择显示参数的操作步骤如下:



步骤 1:

- c. 按“电量”键;
→此时仪表所有显示数值瞬时消失, 电量 7 只 LED 指示灯亮。



步骤 2:

- a. 按“设置”键, 选择下一组电量;
→此时仪表显示电量数值通过按“设置”键来循环显示。

第四章 微机监控系统

(一) 监控系统的配置

多机电力网综合试验系统中的计算机监控系统是多目标、多参数、多功能的实时系统，为了使监控系统具有良好的开放性，并考虑实验系统的具体情况，采用了分层分布式系统配置，监控系统结构图如图 5 所示。

上位机和现地控制单元（LCU）之间采用 RS-485 通讯网络结构，并且通过通讯网络与各开关站的智能仪表、控制执行单元（PLC）相联，可通过局域网与远方调度通讯。

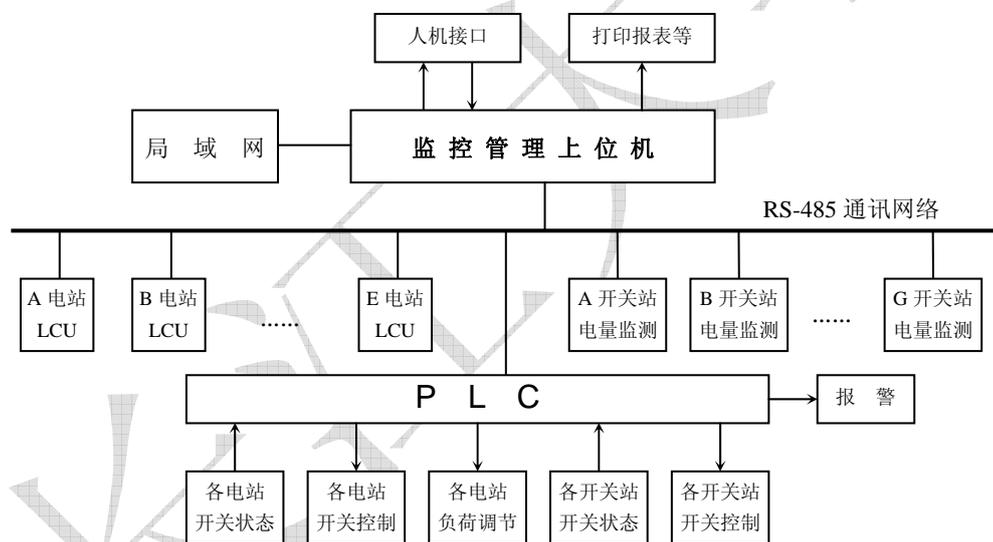


图 5 监控系统结构图

监控管理上位机采用抗干扰性强的工业控制计算机，各电站的 LCU 采用具有监控功能的微机励磁系统对机组完成现地监控，各开关站的电量监测采用具有数据处理功能的智能仪表对线路、负荷完成现地监测，并通过高可靠性的 PLC 对各开关进行监控和负荷调节，且具有过载报警功能。

(二) 监控软件简介

该软件采用 Microsoft Visual Basic 6.0 在 Windows 2000 平台下进行程序设计。程序主流程图如图 6 所示：

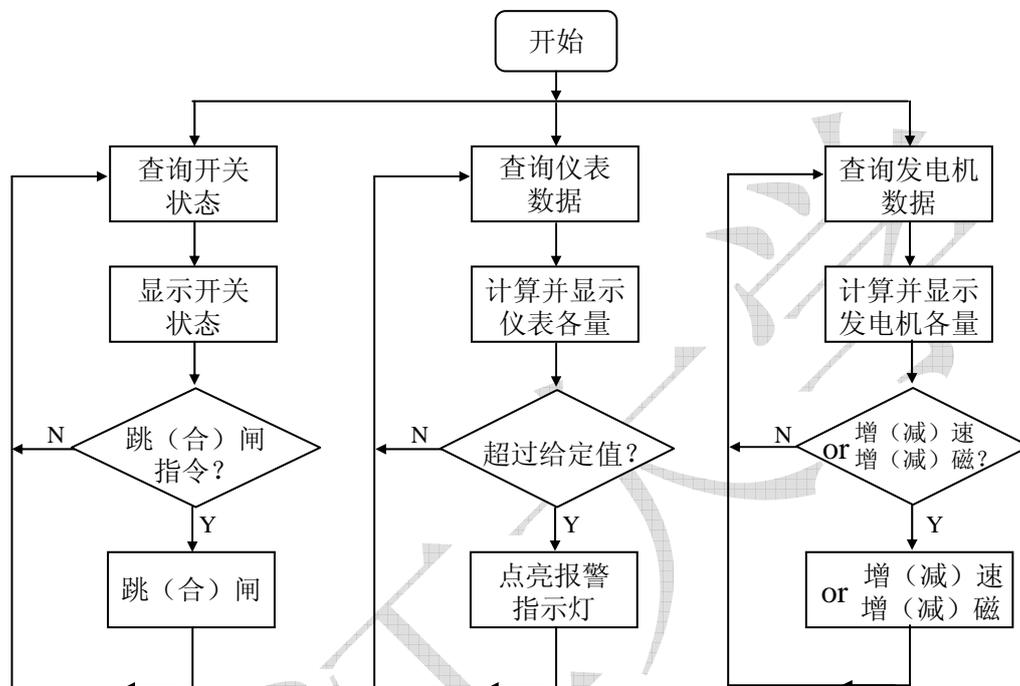


图 6 程序主流程图

监控软件中可以显示六条线路、二组负荷一组联络变压器和四台发电机的状态和电压、电流等基本电量，可以对各组开关进行跳合闸控制；可以进行发电机的增、减速控制及其励磁等控制；还可以保存各种试验数据、打印数据表格和潮流分布图等。

(三) 主界面操作



双击桌面图标  运行程序，软件即进入监控主画面。如图 7 所示：

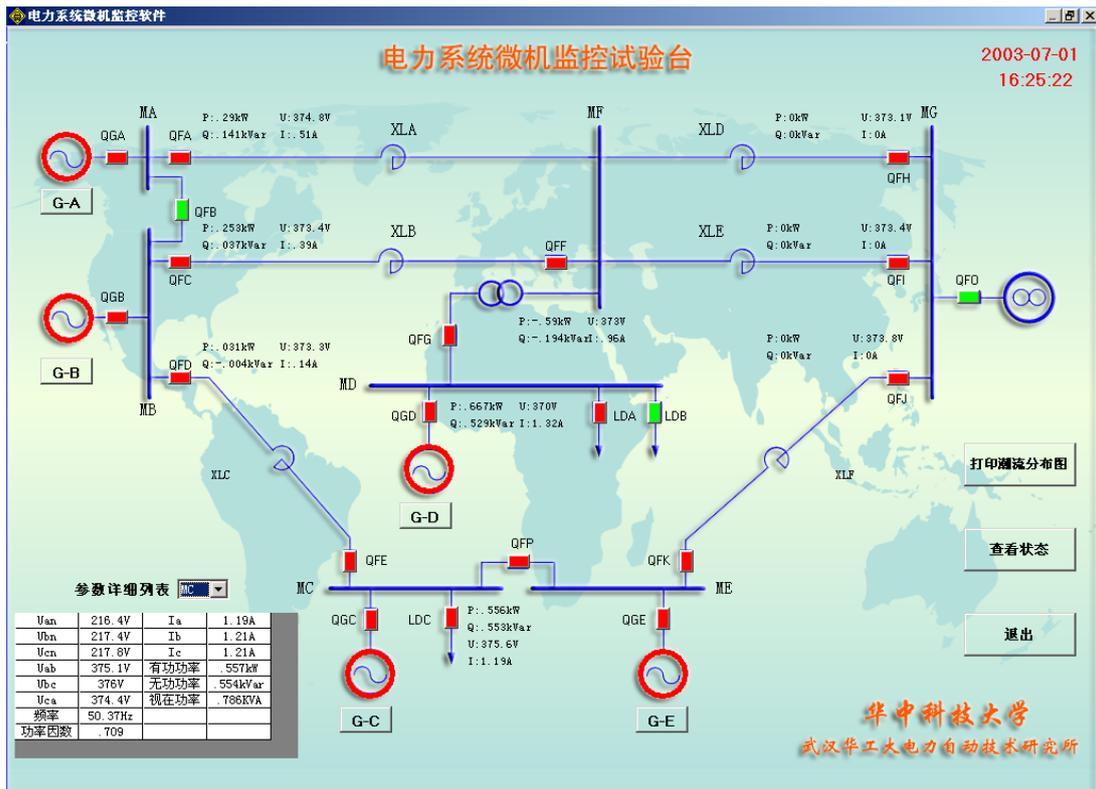


图 7 主界面

主界面中各个按钮的颜色和监控台面板开关状态相对应，红色  表示合闸状态，绿色  表示跳闸状态。在合闸状态点击线路或负荷的开关按钮就会弹出一个对话框如图 8 (a) 所示，在跳闸状态点击开关按钮就会弹出一个对话框如图 8 (b) 所示：



(a)



(b)

图 8 线路或负荷开关按钮对话框

图 8 (a) 中选择“是 (Y)”，则进行 QFB 跳闸操作，选择“否 (N)”则

不进行任何操作返回主界面。

图 8 (b) 中选择“是 (Y)”，则进行 QFC 合闸操作，选择“否 (N)”则不进行任何操作返回主界面。

同样的 5 台发电机的运行状态也用红色和绿色进行表示，当发电机没有并网时显示为绿色，并网工作时显示为红色。

在合闸状态点击开关按钮 QGA、QGB、QGC、QGD、QGE 时会弹出对话框如图 9 (a) 所示：

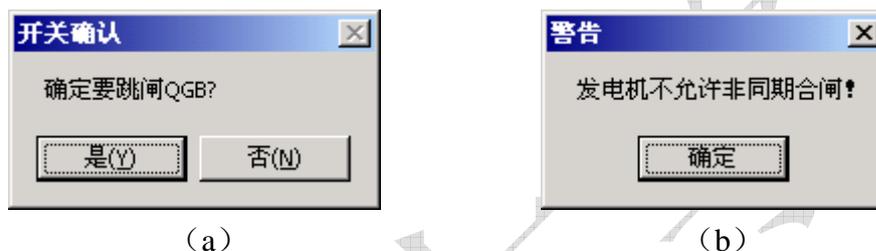


图 9 发电机跳合闸对话框

与线路开关类似，选择“是 (Y)”，则进行跳闸操作。在跳闸状态点击上述按钮则会弹出对话框如图 9 (b) 所示，通过“确定”返回，这表示发电机要并入电网时必须进行同期检测即通过每台机的微机准同期控制器进行自动或手动方式同期，也可以通过同期表进行手动同期合闸操作。

九块仪表的主要测量电量为：电压、电流、有功功率、无功功率。它们分别显示在主界面所测对象上，与测量对象一一对应。其他电量在界面左下脚的表格内进行显示，试验者根据试验需要选择下拉列表中相应的线路（负荷），则该线路（负荷）的所有测量电量将会显示在该表格内。

如图 10 (a) 所示，图中选择了线路 D 则该线路的详细电量就会显示下方表格内如图 10 (b) 所示。



(a)

参数详细列表 XLD

Uan	212.1V	Ia	.108A
Ubn	211.5V	Ib	.094A
Ucn	211.8V	Ic	.088A
Uab	366V	有功功率	.043kW
Ubc	367.1V	无功功率	.049kVar
Uca	368V	视在功率	.066KVA
频率	50.1Hz		
功率因数	.661		

(b)

图 10 测量对象选择对话框

当线路电流超过上限值（出厂设定为 5A）时，主控台的相应线路的过流报警指示灯将被点亮，主界面中该线路也将显示为红色，直到电流恢复到正常值时报警指示灯熄灭，线路颜色也恢复正常。

打印潮流分布图

点击右边的按钮可以打印当前的潮流分布图，如果该按钮为不可点击状态，说明计算机与下位机的通信失败，此时不能打印潮流分布图。

查看状态

主界面右边的按钮的功能是保存当前时间、监控台开关状态和 9 块仪表所有测量数据到数据库，并进行显示。点击后进入如图 11 的界面。

主控台开关状态

时间	QFA	QFB	QFC	QFD	QFE	QFF	QFG	QFH	QFI	QFJ	QFK	LDA	LDB	LDC	QFO	QFP	QGA	QGB	QGC	QGD	
2003-07-01 10:09:51	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:41	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:39	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:36	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:33	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:31	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:28	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:25	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:12	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:09	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON
2003-06-28 10:09:06	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON

生成报表

类型	Uan(V)	Ubn(V)	Ucn(V)	Uab(V)	Ubc(V)	Uca(V)	Ia(A)	Ib(A)	Ic(A)	P(kW)	Q(kvar)	P1(VA)	f(Hz)	COS
XLA	218.3	218.3	218.5	379.2	378.3	377.7	.659	.694	.707	.267	.364	.452	50.13	.59
XLB	217.6	217.8	219	376.3	378.8	378.9	.677	.671	.69	.265	.359	.446	50.13	.594
XLC	219.2	219.2	220.7	381.3	382.4	380.8	.376	.402	.347	.143	.203	.249	50.13	.572
XLD	215.6	215.6	216.1	372.5	372.6	374.3	.011	.011	.023	-.008	-.006	.011	50.13	.682
XLE	215.8	216.6	216.7	376.4	376.1	374	.012	.014	.028	-.007	-.006	.013	50.1	.501
XLF	215.5	216.9	217.2	376.5	375.3	372.7	.029	.047	.05	.019	.012	.025	50.13	.632
MC	215	216	217.4	373.4	375	372.4	1.205	1.197	1.211	.547	.558	.782	50.13	.7
MD	212.3	214.5	214.7	371.3	372.4	370.4	2.423	2.424	2.427	1.239	.943	1.56	50.14	.795
TT	215.4	216.4	217.4	376.3	376.4	376	1.368	1.392	1.461	-.546	-.731	.913	50.13	.598

图 11 查看状态界面

界面上方的表格从上到下显示的是按时间降序排列的主控制台开关状态的记录。用鼠标点击某一行则该行时刻对应的 9 个仪表的数据将显示在界面下方的表格中，此时点击生成报表按钮这个时刻的数据将会自动转换到 Microsoft Excel 电子表格中，如图 12 所示，试验者可以根据需要在 Excel 中进行编辑存盘，也可直接在 Excel 中直接打印。



图 12 Excel 报表界面

(四) 发电机界面操作

当发电机正常并网时，在主画面点击发电机图形下的按钮则进入发电机监控界面，如图 13 所示：

图 13 界面上对发电机及其励磁系统的工作状态、运行方式和各种基本电量进行显示，试验者可以很清楚的监视发电机的运行状况，例如：从图 13 中我们可以知道此时监控的是 G-B 发电机，发电机转速为 1502r/min，励磁方式为自

并励，工作在恒压方式，给定电压为 380V，还有其它一些基本量。类似的图 14 显示的则是发电机 G-D 的运行情况和图 13 不同的是：它的励磁方式此时采用的是它励方式，励磁主接线部分和图 13 有显著区别，其余部分接线一致。

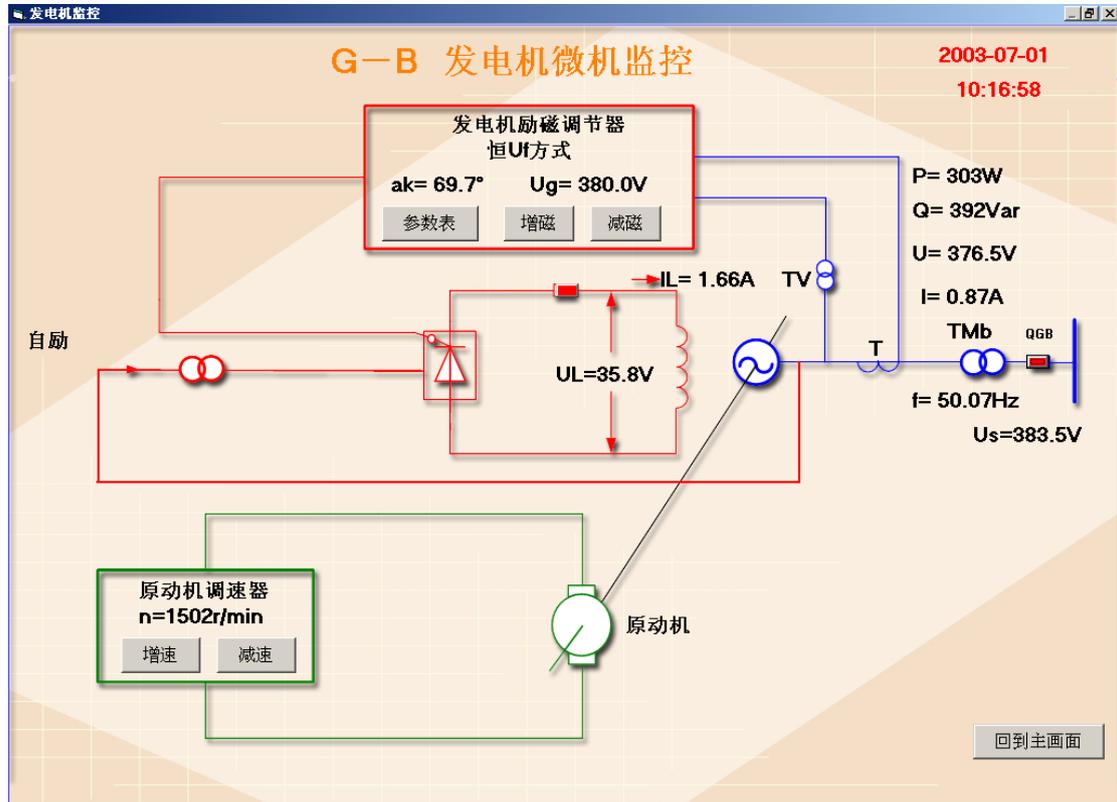


图 13 发电机自励方式下监控界面

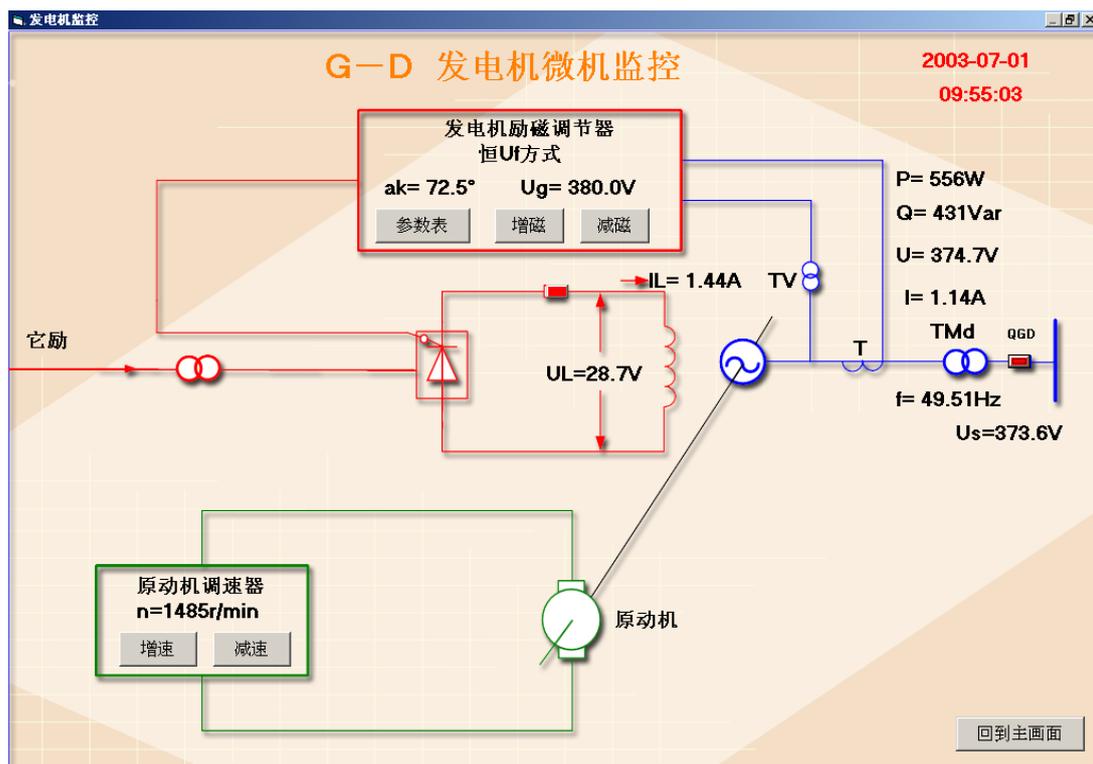


图 14 发电机它励方式下监控界面

通过最大化（还原）按钮可以切换发电机监控画面的大小，以便于和监控台主界面互相配合、方便进行监视和跳合闸操作。

点击 **增磁**、**减磁** 按钮可以控制发电机的励磁绕组的增、减磁。在发电机未并网时，对应的控制发电机机端电压；而在发电机并网后，则控制的是发电机输出的无功功率。每点击一次对应发电机的励磁绕组进行一次增（减）磁操作。不断点击相应按钮可以持续增（减）磁。

同样的点击 **增速**、**减速** 按钮可以增加或减少原动机的电枢电流，在发电机未并网时，对应的控制发电机的转速；而在发电机并网后，则控制的是发电机输出的有功功率。与励磁调节类似，每点击一次按钮发电机进行一次增（减）速操作，如需持续增（减）速必须不断点击按钮，而不是点住按钮不放。

通过点击 **参数表** 按钮可以查看到发电机励磁更详细的运行状态,如图 15 所示:

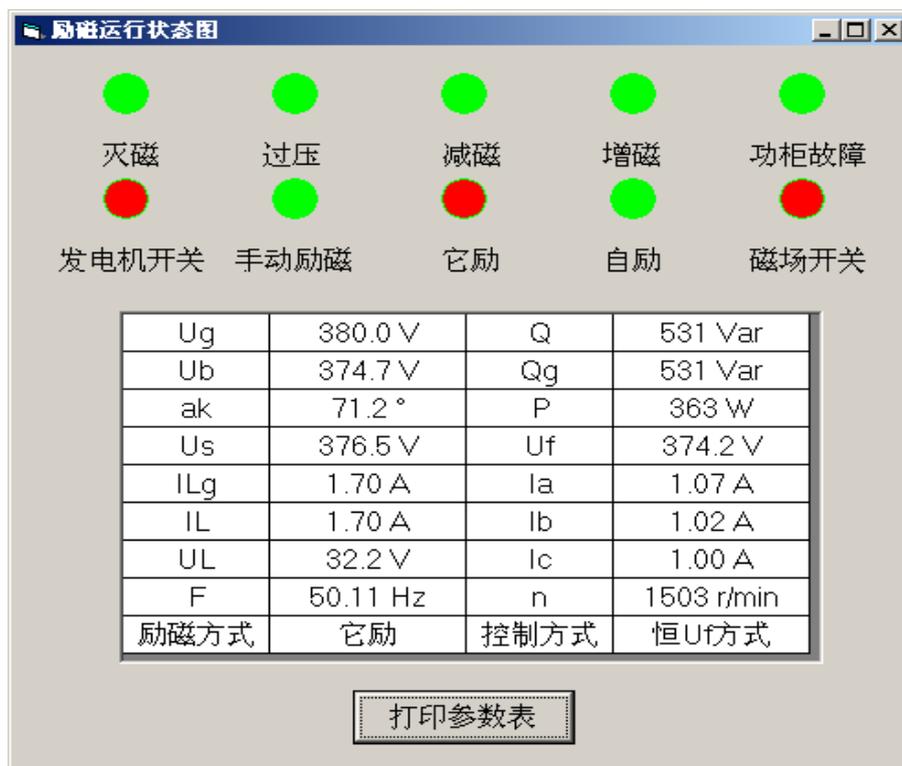


图 15 发电机励磁运行状态图

同样的,画面中用红、绿色来表示各个运行状态,红色为有效。

点击 **打印参数表** 按钮可以打印输出发电机运行参数表格。

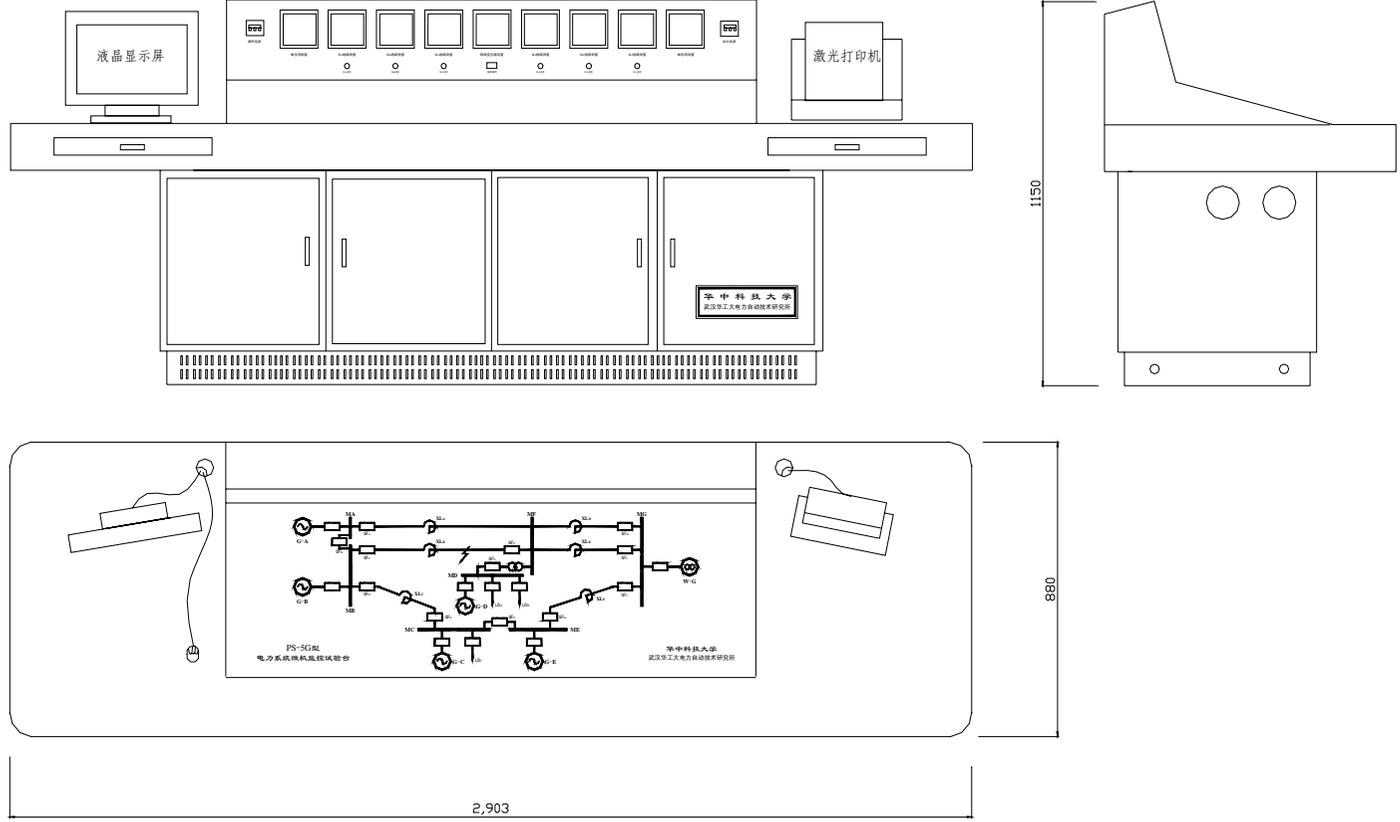
点击 **回到主画面** 按钮可以返回到监控主界面。

(五) 软件使用

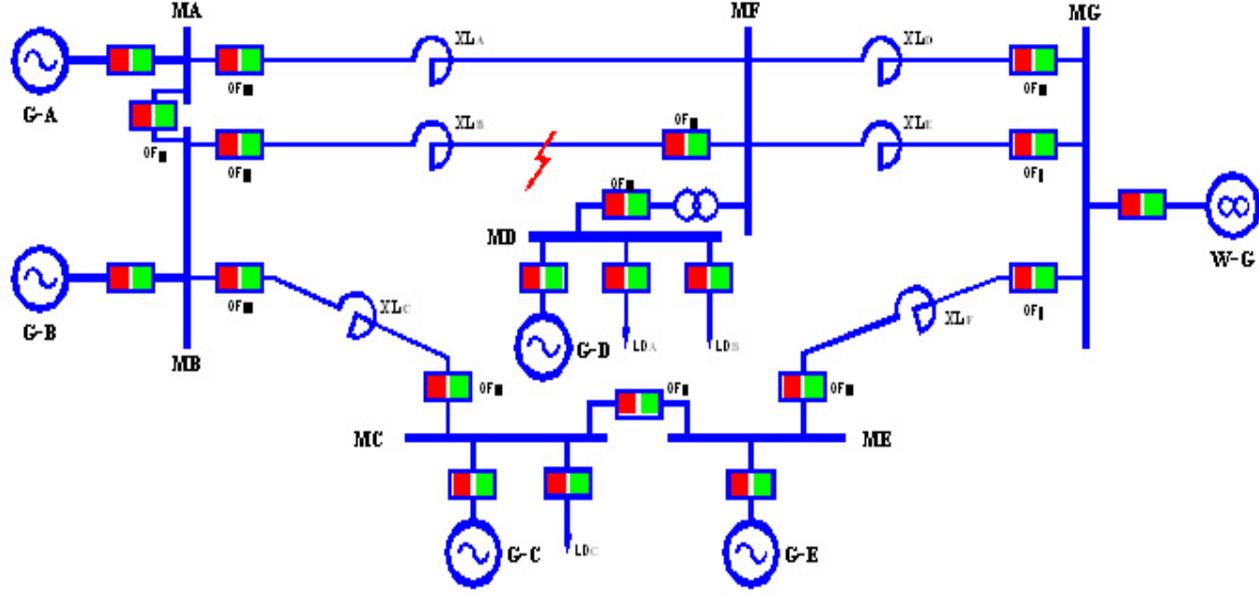
1. 当监控台没有工作电源或者通信错误时,所有开关将变为不可点击状态。
2. 只有主界面发电机进入运行状态,即颜色变为红色,才可以点击发电机下方的按钮进入该发电机的监控。发电机没有运行时,即颜色为绿色时,下方按钮被设置为不可点击状态,此时不能对发电机进行监控。

3. 进行发电机增、减速或励磁增、减磁控制时，只能对按钮进行若干次点击，直到达到所需状态为止。如果一直点住按钮不松开，则监控软件不会发送任何指令到发电机，发电机的状态也就不会发生改变。

4. 查看状态时，只有在界面上方表格中选择了某个时刻，下方表格才会出现该时刻的数据，生成报表也才被设置为可点击状态，否则下方表格保持为空，生成报表按钮也为不可点击状态。



附录一：电力系统微机监控外形图



附录二 试验台台面布置图

长江大学