**DYGPD-A低压供配电成套实训装置**

一、实验室建设目标

1．建立与当前电力系统发展现状相适应的工厂供配电实验室，培养具有较高专业技能、能够从事配电网运行、操作与技术管理等工作的高级技术应用型人才。

2．建成实验、实践、实训一体的综合型实践教学平台，完成《工厂供电》、《供配电技术》、《配电自动化》等课程的教学实验任务，并提高学生的专业操作技能。

3．为电气自动化技术、电力系统自动化技术及供用电技术等相关专业学生的课程设计和毕业设计提供良好的研究设计平台。

4．培训和考核从事变电站、变配所、电力系统第一线生产过程的运行、维护、检修和调试的现场技术工程人员。

5．为电气工程、电力系统等方向的科学研究提供试验平台。

二、实验室的主要功能

拟建的工厂供配电实验室结合新的继电保护、供配电和配网自动化技术构建而成。

工厂供配电实验室包含多套实验培训设备，可利用单套设备完成微机保护实验、自动装置实验、变电站操作实训等，满足一般的专业课程教学实验的要求。

三、设备构成

工厂供配电培训系统由工厂供配电实验屏、三相调压器、供配电自动考核系统和电力网络综合监控系统（三套联网）组成。

1. 工厂供配电实验屏

配电屏包括以下核心构成部分：变配所一次接线系统、1块多功能微机保护装置、微机型远动测控单元（RTU装置）、彩色触摸屏等。示意图如下；

1) 变配所一次接线系统

整个系统一次供配电线路是由35 kV，10kV不同的电压等级构成，35kV模拟进线和10kV进线均采用互为备用的两路电源进线方案。

在一次接线系统中安装有短路故障设置单元，用于模拟线路或变压器的多种故障情况。



本图仅供参考，以实物为准

测量仪表包含5只交流电压表，其中35kV进线电压表2只，35kV母线电压表1只，10kV母线电压表2只。电压表精度为1.5级。

2) BH2000多功能微机保护装置

BH2000多功能微机保护装置既可用于各种继电保护实验，也可在电力系统实验中作为线路保护装置使用。

BH2000多功能微机保护装置具有数字式电流、数字式电压、数字式功率方向、数字式差动、数字式阻抗、数字式反时限电流等多种数字式继电器、10kV-35kV馈线成组微机保护测控装置、110kV线路成组微机保护测控装置、变压器主保护装置、变压器后备保护测控装置、电容器微机保护测控装置、电动机微机保护测控装置、发电机差动保护装置、发电机后边保护装置、无功补偿装置、备自投装置等多种微机保护测控功能，可通过菜单选择不同的功能模块灵活实现。

10kV-35kV馈线成组微机保护测控装置功能如下：

|  |  |
| --- | --- |
|  | 功能名称 |
| 保护功能 | 三段方向电流保护 |
| 过流加速保护(前加速、后加速可选) |
| 反时限方向过流保护 |
| 三相一次重合闸 |
| 低周减载保护 |
| 零序过压保护 |
| 过负荷保护 |
| 低电压保护 |
| 失压保护 |
| TV断线检测 |
| 控制回路异常告警 |
| 测控功能 | 遥信采集、装置遥信变位、事故遥信 |
| 正常断路器遥控分合 |
| P、Q、IA、IB、IC、Ua、Ub、Uc、f、COSφ、UAB、UBC、UCA等模拟量的遥测 |

变压器主保护测控装置功能如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 压器主保护装置功能如下：**（差动类保护必须与现场保护一致是三相差动保护）** | 功能名称 |
| 保护功能 | 电流差动速断保护 |
| 比率制动差动保护 |
| 变压器过负荷保护(告警或跳闸) |
| 差流告警 |
| CT断线检测 |
| **重瓦斯告警/跳闸** |
| **轻瓦斯告警** |
| **超温告警/跳闸** |
| **过温告警** |
| 测控功能 | 遥信采集、事故遥信 |
| 高低压测三相电流、三相差流等模拟量的遥测 |

变压器后备保护测控装置功能如下：

|  |  |
| --- | --- |
|  | 功能名称 |
| 保护功能 | 复合电压启动元件 |
| 三段复合电压（方向）过流保护（三时限） |
| （零压闭锁）零序（方向）过流保护 |
| 间隙零序过流保护 |
| 零序过压保护 |
| TV断线检测 |
| **重瓦斯告警/跳闸** |
| **轻瓦斯告警** |
| **超温告警/跳闸** |
| **过温告警** |
| 测控功能 | 遥信采集、装置遥信变位、事故遥信 |
| 正常断路器遥控分合 |
| P、Q、IA、IB、IC、Ua、Ub、Uc、f、COSφ、UAB、UBC、UCA等模拟量的遥测 |

电动机微机保护测控装置功能如下：

|  |  |
| --- | --- |
|  | 功能名称 |
| 保护功能 | 两段过电流保护 |
| 两段负序过电流保护 |
| 反时限过流保护 |
| 低电压保护 |
| 过电压保护 |
| 零序过压保护 |
| 过负荷保护（告警或跳闸） |
| 电动机启动时间过长保护 |
| 电动机堵转保护 |
| TV断线检测 |
| 控制回路异常告警 |
| **过热告警/跳闸** |
| 测控功能 | 遥信采集、装置遥信变位、事故遥信 |
| 正常断路器遥控分合 |
| P、Q、IA、IB、IC、Ua、Ub、Uc、f、COSφ、UAB、UBC、UCA等模拟量的遥测 |

电容器微机保护测控装置功能如下：

|  |  |
| --- | --- |
|  | 功能名称 |
| 保护功能 | 两段过电流保护 |
| 低电压保护 |
| 过电压保护 |
| TV断线检测 |
| 控制回路异常告警 |
| 测控功能 | 遥信采集、装置遥信变位、事故遥信 |
| 正常断路器遥控分合 |
| P、Q、IA、IB、IC、Ua、Ub、Uc、f、COSφ、UAB、UBC、UCA等模拟量的遥测 |

**发电机差动保护测控装置功能如下：**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **功能名称** |
| **保护功能** | **差动速度保护** |
| **比例制动差动保护** |
| **CT断线检测** |
| **差流越限** |
| **超温告警/跳闸** |
| **过温告警** |
| **测控功能** | **遥信采集、事故遥信** |
| **三相差流等模拟量的遥测** |

**发电机后备保护装置功能如下：**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **功能名称** |
| **保护功能** | **复合电压启动元件** |
| **三段复合电压（方向）过流保护（三时限）** |
| **（零压闭锁）零序（方向）过流保护** |
| **零序过压保护** |
| **低电压保护** |
| **过电压** |
| **负序过压** |
| **过负荷** |
| **TV断线检测** |
| **超温告警/跳闸** |
| **过温告警** |
| **测控功能** | **遥信采集、装置遥信变位、事故遥信** |
| **正常断路器遥控分合** |
| **P、Q、IA、IB、IC、Ua、Ub、Uc、f、COSφ、UAB、UBC、UCA等模拟量的遥测** |

**无功补偿装置功能如下：**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **功能名称** |
| **功能** | **自动无功补偿** |
| **过压保护** |
| **功率因素下限设置** |
| **投退延时设置** |
| **测控功能** | **遥信采集、装置遥信变位、事故遥信** |
| **正常断路器遥控分合** |
| **P、Q、IA、IB、IC、Ua、Ub、Uc、f、COSφ、UAB、UBC、UCA等模拟量的遥测** |

**备自投装置功能如下：**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **功能名称** |
| **功能** | **进线备自投** |
| **分段备自投** |
| **过流I段保护** |
| **过流II段保护** |
| **失压保护** |
| **充电保护** |
| **PT断线** |
| **控制故障** |
| **测控功能** | **遥信采集、装置遥信变位、事故遥信** |
| **正常断路器遥控分合** |
| **P、Q、IA、IB、IC、Ua、Ub、Uc、f、COSφ、UAB、UBC、UCA等模拟量的遥测** |

3）RTU装置

采用微机型远动测控单元（RTU装置）作为变电所和变配所的监控终端，与电力系统现场实际完全相同。并可以作为一台独立的终端采集装置在其他电气系统中使用。

技术参数：

A. 遥测：可采集多达54路电流量和30路电压量，并计算出测控点的电压幅值、电压相角、电流幅值、电流相角、有功功率、无功功率、功率因数等参数；

B. 遥信：可采集32路开关量信号，能够采集变配所每个断路器和刀闸的位置状态信号

C. 遥控：可输出32路开关量信号，实现受控分、合断路器，实现线路投退、负荷投退、电容器投切等功能；

D. 遥调：可调节有载调压变压器的分接头；

E. 电压输入：交流电压0～100V；

F. 电流输入：交流电流0～5A；

G. 测量精度：0.5级；

H. 具有RS485通信接口，采用MODBUS通信协议。

4) 彩色触摸屏

触摸屏可与RTU装置通信，实时显示变电所和变配所的测量数据（电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数）、断路器状态，并进行供电线路断路器的遥控、负荷的投退、电容器的投切等，实现变配所的就地监控功能。

5) 负载

两组阻性负载，可通过开关切换使用。

2. 三相调压器

用三相调压器连接到系统模拟无穷大电源。

3.供配电自动考核系统

通过RTU装置将系统中的位置信号、模拟量信号等信息上传到上位机，在学生做考核实验时，供配电自动考核系统能够自动判断学生的操作是否正确，自动为学生评分并记录考核数据，自动生成实验报告。方便老师对学生的操作考核。

系统通讯控制

供配电自动考核系统的通讯控制功能能让操作员对系统的数据采集通道进行实时的监视和控制，系统通讯控制用多个界面分别显示通讯设置、通讯状况、RTU/PLC数据监视。操作员通过这些界面可以设置系统通道和RTU扫描，观察系统和RTU的通讯错误状况，修改通道和RTU的通讯参数。

数据管理

数据管理功能使得操作员可以对通讯数据进行编辑，对重要数据进行存档。

考核管理

考核管理功能用多个界面显示考核人员信息、考核初始数据、考核设置等。操作员可以对考核项目进行初始数据编辑，考核系统将根据初始数据对考核人员的操作进行记录并打分。

报告管理

通过该功能操作人员可以生成当次考核报告，也可以将历史记录数据生成报告，能够打开报告并打印，如有配有上位机监控系统，能够将报告数据上传至上位机监控系统。

安全管理

系统提供可靠的安全管理机制。采用三层分级管理模式。操作人员根据工作性质分为不同的级别，给予不同的操作权限。

4.电力网络综合监控系统

电力网络综合监控系统由监控计算机和电力网络综合监控系统软件组成。电力网络综合监控系统软件是以电力系统实际应用的组态软件为开发平台，具有很好的开放性。本系统开放MODBUS通信协议。

利用电力网络综合监控系统软件组态大型工厂、变电站、变配所或配电网，并与实验培训系统中的各RTU装置通信，实现遥测、遥信、遥控及所构建系统的综合监控功能。

利用多套工厂供配电实验培训及考核系统组成供配电系统，利用多功能微机保护实验装置作为10kV线路保护装置或变压器保护装置，利用PC机上的电力网络综合监控系统软件、多功能微机保护实验装置及RTU装置组成供配电SCADA系统，可对供配电系统的正常运行及各种故障情况进行监控。



四、实验项目

1、工厂供电电气接线图的认知：

1) 工厂供电一次接线模拟图认知；

2) 电气主接线图的认知；

2、工厂变配电室值班技能培训：

1) 供配电所送电和停电操作实验

2) 一路进线供电转两路供电倒闸操作

3) 母线从运行状态转检修的倒闸操作

4) 母线从检修状态转运行的倒闸操作

5) 变压器从运行状态转检修的倒闸操作

6) 变压器从检修状态转运行的倒闸操作

3、10-35kV供电线路微机保护实验

1）模拟系统正常、大、小运行方式；

2）10-35kV供电线路电流速断保护实验

3）10-35kV供电线路限时电流速断保护实验

4）10-35kV供电线路过电流保护实验

5）10-35kV供电线路电流速断保护与三相一次重合闸综合实验

6）10-35kV供电线路限时电流速断保护与三相一次重合闸综合实验

7）10-35kV供电线路过电流保护与三相一次重合闸综合实验

8）10-35kV供电线路过负荷实验

9）10-35kV供电线路低压闭锁电流速断保护实验

10）10-35kV供电线路低压闭锁限时电流速断保护实验

11）10-35kV供电线路低压闭锁过电流保护实验

12）10-35kV供电线路控制故障

4、 电容器保护实验

1）电容器电流速断保护实验

2）电容器过电流保护实验

3）电容器过电压保护实验

4）电容器失压保护实验

5）电容器控制故障

5、变压器主保护实验

1）变压器差动速断保护

2）变压器比例制动保护

3）变压器重瓦斯保护

4）变压器轻瓦斯保护

5）变压器超温保护

6）变压器过温保护

6、变压器后备保护实验

1）变压器过电流保护

2）变压器复压过流保护

3）变压器零序过压保护

4）变压器零序过流保护

5）变压器轻瓦斯保护

6）变压器超温保护

7）变压器过温保护

8）变压器过负荷保护

7、 电动机保护实验

1）变频器参数整定操作

2）变频器的开环调速实验

3）三相异步电动机的启动方式

4）电动机电流速断保护实验

5）电动机过电流保护实验

6）电动机过电压保护实验

7）电动机低压保护实验

8）电动机负序电流保护实验

9）电动机控制故障

8、 发电机保护实验

1）发电机过流保护实验

2）发电机过压保护保护实验

3）电发电机低压闭锁过流保护实验

9、无功补偿实验

10、备自投实验

11. 就地监控实验（触摸屏与RTU装置实现）

13. 倒闸操作自动考核（供配电自动考核系统实现）

1）供配电所送电和停电操作考核

2）一路进线供电转两路供电倒闸操作考核

3）两路供电转一路供电倒闸操作考核

4）母线从运行状态转检修的倒闸操作考核

5）母线从检修状态转运行的倒闸操作考核

6）变压器从运行状态转检修的倒闸操作考核

7）变压器从检修状态转运行的倒闸操作考核

五、技术参数

1) 工厂供配电实验屏

a. 输入电源：220V±10%，50Hz，1KW

380V±10%，50Hz，3KW

b. 工作环境：温度－10℃～＋40℃，相对湿度＜85%（25℃）

2) BH2000多功能微机保护装置

a. 工作环境条件

环境温度：-10℃－40℃

相对湿度：5%－95%

b. 交流电源

额定电压：AC220V

允许偏差：-15%－+15%

频率：50Hz±0.5Hz

波形：正弦波，波形畸变<5%

c. 额定参数

交流电流：5A

交流电压：相电压57.7V

频率：50Hz

直流电压输出：DC24V

保护电流工作范围：2.5A－40A

保护电压工作范围：5V－120V

d. 保护精度

电流精度：3%

电压精度：3%

时间精度：±10ms

装置瞬动时间：≤40ms

3. 三相调压器：

1). 输入电压：380V

2). 输出电压：0~450V

3) 容量：9kVA