楼宇自动化

实验指导书

目 录

第一部分 THPGP-1A 型 楼宇供配电及照明系统介绍.....4
概述.....4
第一章 楼宇供配电及照明控制部分（控制屏）.....6
第二章 THPGP-1A 型 照明系统演示柜.....10
第三章 THPGP-1A 型 上位机工程软件的安装与使用.....11
第二部分 实验的基本要求与安全操作规程.....21
第一章 实验的基本要求.....21
第二章 安全操作规程.....23
第三部分 THPGP-1A 实验内容.....24
第一章 供配电子系统实验.....24
实验一 智慧建筑的供电运行方式实验.....24
实验二 典型楼层配电运行方式实验.....26
实验三 供配电系统中运行线路状态的现场监测和控制实验.....30
实验四 备自投联动控制实验.....31
实验五 双电源自动切换控制实验.....34
实验六 应急电源自动投入和退出运行控制实验.....37
实验七 功率因子补偿实验.....39
实验八 与消防自动报警系统的联动实验.....41
实验九 供配电监控系统运行调度实验.....42
第二章 照明子系统实验.....43
实验一 常用照明开关特性实验.....43
实验二 楼宇普通照明配电方式实验.....45
实验三 应急照明配电方式实验.....48
实验四 时间表控制模式下的照明控制实验.....50

实验五　情景切换控制模式下的照明控制实验.....51
实验六　远程强制控制模式下的照明控制实验.....54
实验七　动态控制模式下的照明控制实验.....55
实验八　照明系统与消防系统联动实验.....58
实验九　照明监控系统运行调度实验.....59
第三章　建筑设备监控系统实验.....60
实验一　照明子系统和供配电子系统联合监控实验.....60
实验二　与其它建筑设备子系统的联合监控运行扩展实验.....61
第四部分　附录.....62
附录一　JKL5CF 智能无功补偿控制器使用说明书.....62
附录二　THPIL-1 型　智能调光装置使用说明.....64

第一部分　THPGP-1A 型 楼宇供配电及照明系统介绍

概述

在智能建筑的组成结构中，建筑设备自动化系统 BAS 是智能建筑存在的基础。

楼宇设备自动化系统（Building Automation System）又称为建筑设备监控系统。其主要设备是采用中心监控室的计算机对整个高层建筑物内多而分散的建筑设备实行测量、监视和自动控制。对楼宇内众多的暖通、空调、供配电、照明、给排水、消防、电梯、停车场中的大量机电设备进行有条不紊的综合协调，科学地运行管理及维护保养工作，它为所有机电设备提供了安全、可靠、节能、长寿命运行可信赖的保证，能实现供配电系统、空调系统、给排水系统、电梯等之间的信息互通，从而节省整个楼宇内部设备运行的人力，节省能源消耗，，同时还可在主控室内随时掌握设备的状态及运行情况、能量的消耗及各种参数的变化情况，并满足管理者的需要。

供配电系统是智能建筑的心脏，是大厦的动力系统。近年来，智慧建筑在国内外不断兴建，成为现代化城市的重要标志。各种先进技术与智慧化设备的不断应用和发展，给智慧建筑供配电提出了许多新的要求，供配电的可靠性、安全性，摆到了更为重要的位置，同时也给建筑电气的设计技术提出了新的研究课题。

智慧建筑与一般建筑相比，对电气设备的要求有所不同，有其自身的特点，具体如下：

1．用电设备多；

2．用电量大；

3．供电可靠性要求高；

4．电气系统复杂；

5．电气线路多；

6．电气用房多；

7．自动化程度高。

现代建筑中的照明不仅要求能为人们的工作、学习生活提供良好的视觉条件，而且要能利用灯具造型和光色协调营造出具有一定风格和美感的室内环境，以满足人们的心理和生理要求。然而，一个真正设计合理的现代照明系统，除能满足以上条件外，还必须做到充分利用和节约能源。随着现代办公大楼巨型化，工作时间弹性化，人类物质文化多样化和人口老龄化，需要营造快乐、便捷、安全、高效的照明环境和气氛，从而促进了照明控制系统向高效节能和智慧化的方向发展。

作为智能楼宇重要组成部分的照明系统，面对不断发展的需要，要求照明系统智能化，具备场景模式等复杂功能，便于控制和监督，并能与安防、三表等系统集成，微电子技术、网络通信技术的纵深发展，照明控制技术面临革命性的变革，变革所呈现的三大趋势是：

1）电子化----电子元器件替代传统的机械式开关。

2）网络化----网络通信技术成为智能照明系统的技术平台

3）集成化----系统集成技术平台使照明、安防、上网成为一个整体解决方案。

“THPGP-1A 型 楼宇供配电及照明系统实验装置”满足了智能建筑供配电和照明系统的基

本要求，它是一种模拟智能建筑中现场供配电系统线路结构以及照明控制系统的实验装置。一次系统包括：楼宇供配电部分、楼层照明配电线路和照明场景模拟部分。控制系统包括：备自投控制、无功补偿控制、双电源供电负荷运行线路控制和照明系统综合控制。同时配备“THPGP-1A型 上位机软件”，可实现远方监控供配电和照明系统，同时方便组建楼宇自控系统。

第一章 楼宇供配电及照明控制部分（控制屏）

控制屏包括以下 6 个部分：

1、 电源控制部分：由以下两个部分组成：

进线电源：在控制屏左侧有一个塑壳断路器（额定电流 40A），控制楼宇供电线路总电流的通断。

操作电源：在控制屏左侧有一个单相电源(额定电流 10A，带漏电保护器)，控制各电量变送器、DDC 控制器以及二次部分控制回路电源。

2、 楼宇供配电部分：

各路高压电源进线采用市电 400V 模拟，进线方式为：两路外部电源进线，并配有自备电源系统。出线母线方式：单母分段。

配电母线为单母分段形式，楼宇负荷以建筑设备系统来区分，包括 7 个部分：照明系统、动力系统、空调系统、给排水系统、消防与安全防范系统、通信及有线电视系统和电梯系统，其中照明系统包括正常照明系统和应急照明系统两部分。根据各负荷的供电要求以及负荷类型特点，负荷线路设置如图 1-1-1 所示。

断路器的分、合闸通过操作 QF1～QF4 选择开关（带自复位功能），旋至合闸，红灯亮，线路接通；旋至分闸，绿灯亮，线路断开。

通过母线下方的电压表可监测 1#、2#母线电压，调节电压表下方的选择开关，可实现线电压显示值和相电压显示值之间的切换。

线路通断采用 ABB 微型断路器控制。该设备主要特点是：在主通断触点左边增加了两个辅助单元：分励脱扣器（～220V 动作跳闸脱扣）和辅助触点（1NC、1NO），前者用于消防联动时跳开非重要负荷，后者用于上位机监测断路器分、合闸状态。

每一回路负荷出线上都有一个光字牌指示器，当此回路断路器合闸后，并且线路上有电则该光字牌亮。

3、 楼宇照明控制部分：

楼宇照明控制部分由楼层配电线路以及照明场景控制开关组成，楼层照明配电模拟典型楼层配电形式，照明控制开关包括以下几类：

1） 传统照明控制方式：手动开关组件（单极开关、双路开关）、手动调节组件（调光开关）。

2） 智能照明控制方式：触摸延时开关、人体感应开关、声控延时开关、遥控开关、THPIL-1 智慧调光控制器。

3） 自动照明控制方式：上位机远动控制各楼层配电箱以及公共照明的通断，下位机采用 DDC 控制器。

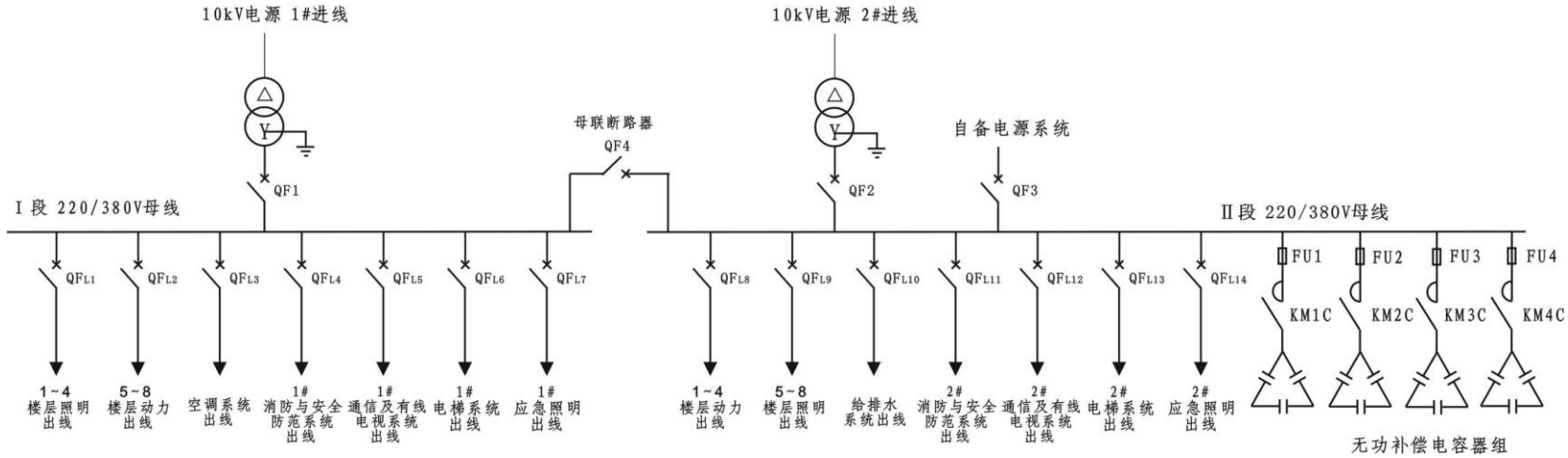

10kV电源 1#进线
10kV电源 2#进线
母联断路器
QF4
自备电源系统
QF3
QF1
QF2
Ⅰ段 220/380V母线
Ⅱ段 220/380V母线
QFL1
QFL2
QFL3
QFL4
QFL5
QFL6
QFL7
QFL8
QFL9
QFL10
QFL11
QFL12
QFL13
QFL14
FU1
FU2
FU3
FU4
KM1C
KM2C
KM3C
KM4C
1~4 楼层照明 出线
5~8 楼层动力 出线
空调系统 出线
1# 消防与安全 防范系统 出线
1# 通信及有线 电视系统 出线
1# 电梯系统 出线
1# 应急照明 出线
1~4 楼层动力 出线
5~8 楼层照明 出线
给排水 系统出线
2# 消防与安全 防范系统 出线
2# 通信及有线 电视系统 出线
2# 电梯系统 出线
2# 应急照明 出线
无功补偿电容器组

图 1-1-1

4、 控制系统部分：

包括备自投控制、低压无功补偿控制、应急照明双电源自动切换接线区

备自投控制：在实验屏左下方，有“备用方式”和“明备用线路选择” 两个选择开关，可针对电源进线故障时，完成自动投入备用线路控制。

无功补偿控制：在实验屏正下方，装有 JKL5CF 智能无功补偿装置，通过选择开关切换，可选择两种补偿方式：微机自动补偿和手动补偿。

应急照明双电源自动切换接线区：根据楼宇负荷等级要求，以下四类负荷需要双电源供电（即从两条母线取电）：消防与安全防范系统、通信及有线电视系统、电梯系统和应急照明。在某一时刻，在配电母线始端有两路电源给这几类负荷供电，负荷端则需要选择从某一路电源用电，因此需要设置双电源切换控制线路。在本装置上应急照明末端取电线路需要接线，才能完成自动切换控制；其它几类内部负荷，内部接线已经完成，可完成自动切换控制，即哪路电源先得电，就先从该路电源取电。

运行线路故障设置：按下短路设置按钮，模拟线路对应点发生故障时，保护组件动作情况。

5、 通信接口部分：

在实验屏右侧设置有两个通信接口：Modbus RTU 通信接口和 LonWorks 通信接口。整个通信控制网络如图 1-1-2 所示。

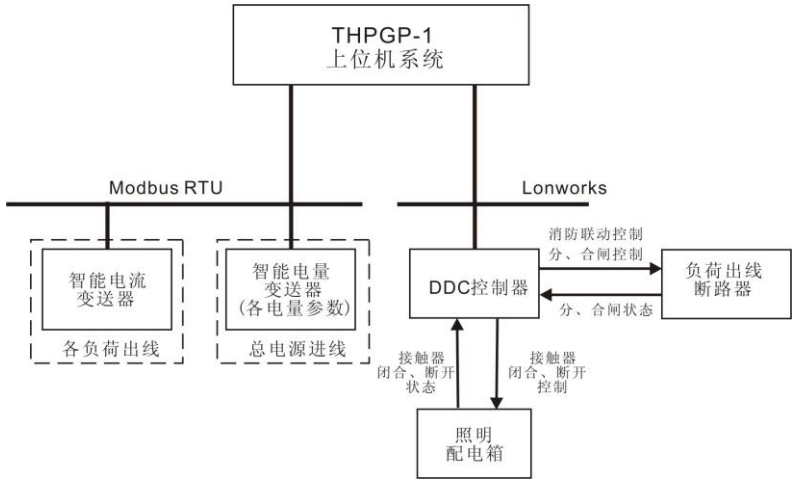


图 1-1-2

6、 消防告警模拟部分：

在实验屏下方，设有消防告警按钮，按下此按钮，模拟消防信号发出，DDC 检测该按钮触点信号，可通过上位机联动跳闸相关配电以及照明线路。

第二章 THPGP-1A 型 照明系统演示柜

照明系统演示柜模拟智能化综合大楼，集成了多种灯具和控制开关，做为照明控制部分的演示对象。本实验柜模拟智能化大楼典型楼宇场所和场景。按照综合大楼设计思路，我们把演示柜分成 5 层。

地下一层为停车场；第一层为大堂和楼道一；第二层为多功能会议厅和楼道二；第三层分为经理办公室，员工办公室和楼道三；第四层分为卧室，客厅，和楼道四。

各控制方式以及开关如下：

1、 卧室设有白炽灯，采用调光开关控制，以改变照度来适应各种不同的场合，如看电视，学习，休息等；客厅采用两位单路开关控制，控制两种不同的灯光，以满足不同的场合需求，如待客，聚会等。楼道四采用触摸延时开关控制，可达到节约电能的目的。

2、 经理办公室采用多场景按钮切换控制，切换的场景有全灭，全亮，办公，会客，休息；员工办公室采用荧光灯调光控制，可以根据太阳光的强弱来人为改变荧光灯的明暗，节约能源。楼道三采用人体感应开关控制，根据人体的红外线来控制灯。

3、 多功能会议厅采用智能调光控制器控制。控制器中已经设置多种场景，如入场，会议，休息，投影，散会等等，通过按键可设置对应场景。楼道二采用双路开关控制，实现两地控制同一灯。

4、 大堂采用无线遥控装置控制，通过手持遥控器的按键或面板开关来进行场景设置。楼道一采用声光控开关控制，通过检测声音来控制灯。

5、 -1 层地下停车场采用光电开关控制，当车挡住光电开关发射的红外线时，接收装置无法接收信号，光电开关输出触点信号控制地下层灯光的开启。

演示柜的电源以及控制信号通过后面的航空插座连接到实验屏。

第三章 THPGP-1A 型 上位机工程软件的安装与使用

1 产品介绍

“THPGP-1A 型 楼宇供配电及照明系统实验装置上位机软件 V2.1”是基于 Windows 操作系统的综合自动化、集成化应用平台，用于 THPGP-1A 型 楼宇供配电及照明系统实验装置，可完成供配电及照明系统的实时监控。

本系统模拟现场运行楼宇自控管理系统，具备基本的监控和数据采集（SCADA）功能。系统在整体技术指针、实时性等方面都达到较高的程度，在易操作、保护及友好的人机接口等方面也充分发挥了现代计算机技术和通信技术特点，可以满足用户多方面的需求，达到供配电及照明系统监控软件用于教学的目的。

本系统软件采用北京三维力控组态软件开发设计，接口丰富，功能全面，具有良好的扩展性。力控组态软件的使用方法详见《力控用户手册》。

2 运行环境

本监控系统软件采用力控组态软件编写设计，软件运行后，接口显示在最前端，并且屏蔽了 CRAL+ALT+DEL 组合键以及禁止了 ALT 和右键，此时，最好不要调用和运行其它软件。

软件运行平台：

操作系统：Microsoft WINDOWS 2000+sp2 或 WINDOWS XP 中文操作系统

分辨率：1024×768

硬件平台：

并口硬件锁：力控组态软件并口密码锁

特别注意：在运行监控系统软件时，尽量不要运行其它软件，以减少系统内存的消耗，提高软件工作的可靠性。更不能运行需要占用 COM1 的软件，因为本监控软件需要占用 COM1，否则会出现串口冲突的现象，影响软件的正常使用。

3 安装运行软件

打开安装光盘，运行“安装工程”文件夹中的“THPGP-1A 上位机软件 V2.1”文件夹中的“setup”图示（如图 1-3-1 所示），出现图 1-3-2 所示安装画面，选择对应选项，点击“开始”，安装软件。





图 1-3-1　　图 1-3-2

安装过程中会出现“深思III驱动安装向导”（如图 1-3-3 所示），点击“下一步”，出现图 1-3-4，选择“安装驱动程序”，点击“下一步”，出现图 1-3-5，点击“完成”。





图 1-3-3　　图 1-3-4



图 1-3-5

“THPGP-1A 上位机软件 V2.1”安装完成后出现图 1-3-6，点击“确定”，完成安装。



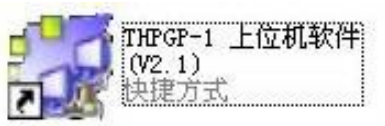


图 1-3-6　　图 1-3-7

在桌面上出现图 1-3-7 所示图标，双击该图标可进入“THPGP-1A 上位机软件(V2.1)”运行系统。

4 操作窗口功能介绍

4.1 初始登陆窗口

运行工程项目后，第一窗口为软件登陆窗口。如图所示 1-3-8。点击“进入系统”按钮，进入监控系统，开始信息的下发和上传工作。点击“退出系统”按钮，可退出监控系统。

4.2 系统选择窗口

在该窗口中，可选择进入“供配电系统”或“照明系统”，完成不同监控内容。如图 1-3-9 所示。



图 1-3-8



图 1-3-9

4.3 供配电监控管理系统主功能窗口

在该窗口中，显示监控系统的各功能模块，通过点击对应按钮，可进入各子窗口。如图 1-3-10 所示。

4.4 运行管理窗口

4.4.1 1#电源进线和母线

如图 1-3-11 所示。在此窗口中监测总进线电源的各电量：电压、电流、功率等参数；各负荷线路的电流、以及各断路器的通、断。点击“2#母线”可进入“2#电源进线和母线”窗口。当各负荷线路对应断路器闭合时，负荷由灰变成红色。



图 1-3-10

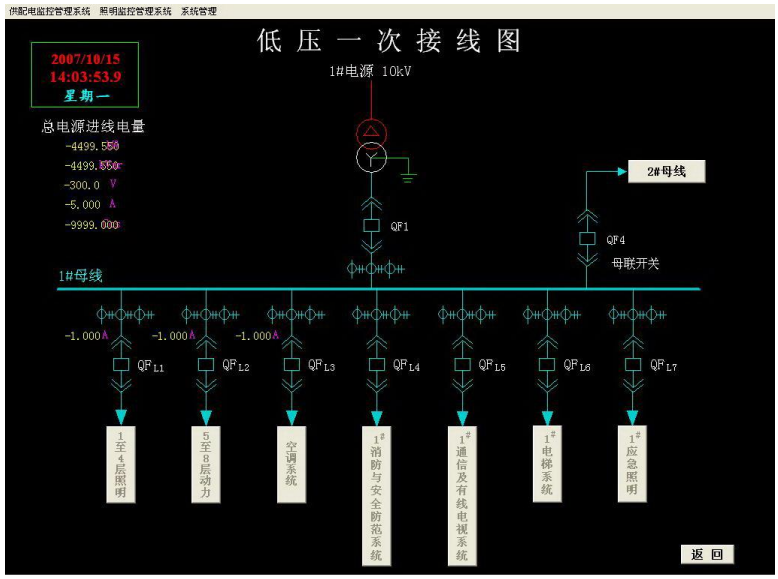


图 1-3-11

4.4.2 2#电源进线和母线

如图 1-3-12 所示。在此窗口中功能与“1#电源进线和母线”基本类似，点击“1#母线”可进入“1#电源进线和母线”窗口。

4.5 实时信息窗口

4.5.1 配电线路负荷曲线

如图 1-3-13 所示。在此窗口中监测各负荷的电流变化情况。

4.5.2 总电量实时趋势

如图 1-3-14 所示。在此窗口中监测总电源进线各电量的实时趋势。

4.5.3 中央模拟屏

如图 1-3-15 所示。中央模拟屏有三个部分：电源进线、低压 1#母线和低压 2#母线。窗口中动态反映各电量的变化情况。

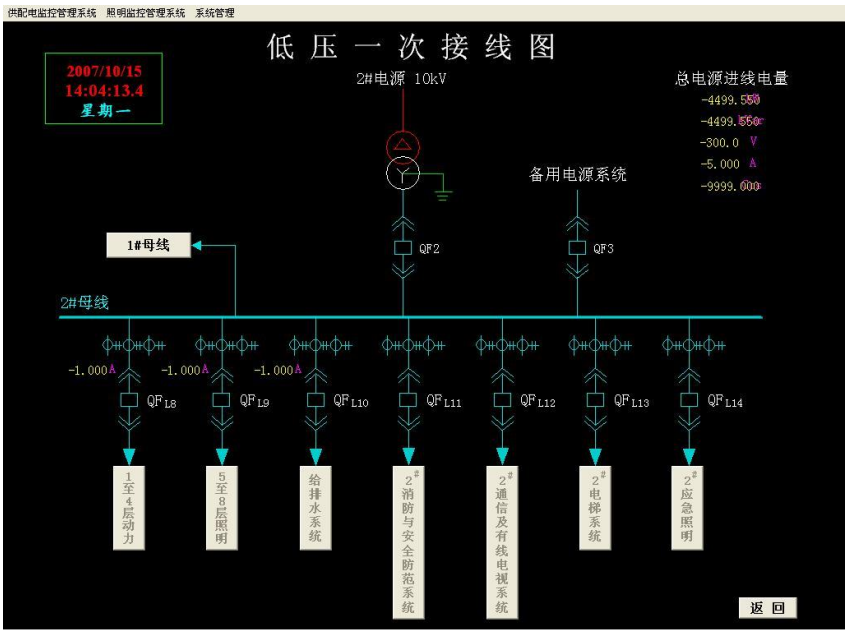


图 1-3-12

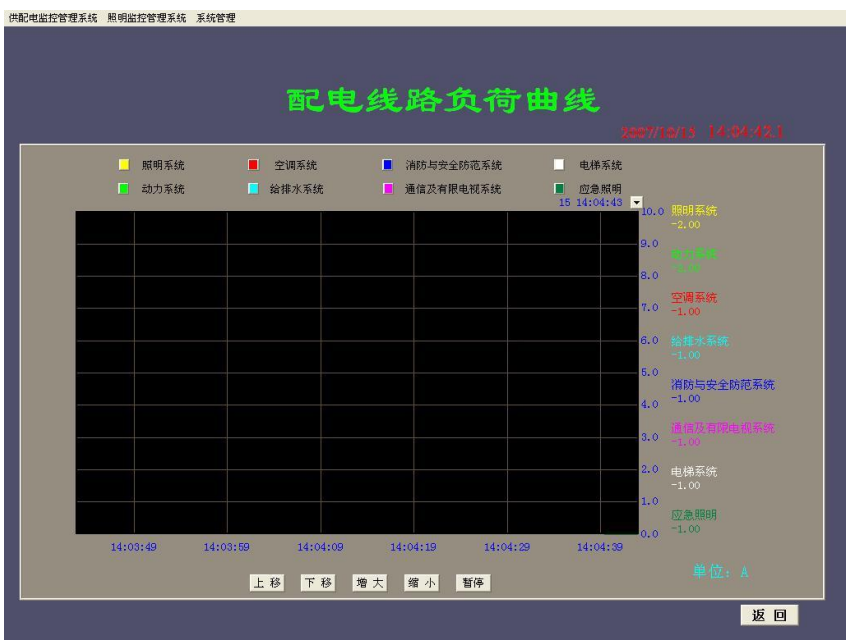


图 1-3-13

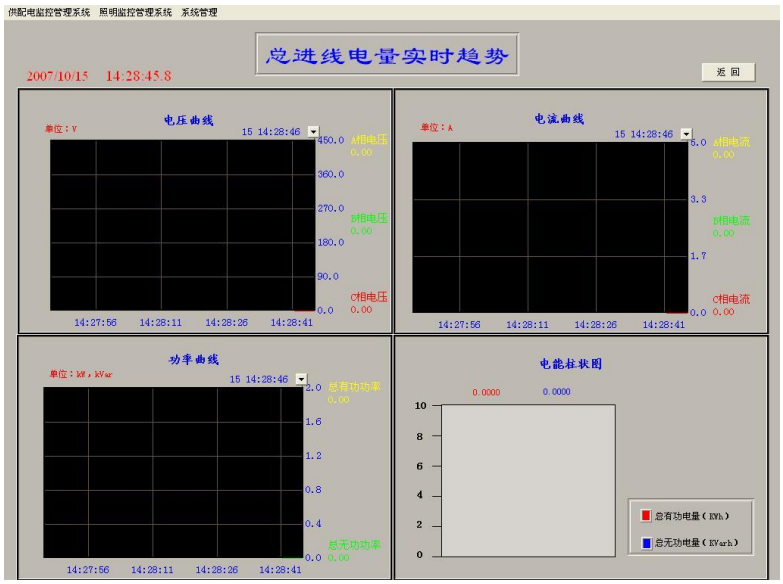


图 1-3-14



图 1-3-15

4.5.4 电能历史报表

如图 1-3-16 所示。在此窗口中以报表的形式，完成电能的统计和历史记录。

4.6 历史事件窗口

如图 1-3-17 所示。在此窗口中，有遥控记录报表，具体含义如下：

1） 断路器位置：显示“除消防、应急其它线路”

2） 操作方式：显示“手动或自动”。

3） 操作人：显示“消防供配电联动”。

4）操作时间：显示“联动控制时间”。



图 1-3-16



图 1-3-17

4.7 消防告警提示窗口

当发生消防告警信号时（按下实验台反面的消防告警按钮），在右上角会弹出如图 1-3-18 窗口。点击该窗口，会出现如图 1-3-19 窗口。

（1）自动：自动跳开非消防和应急电源。

（2）手动：手动切除非消防和应急电源。





图 1-3-18　　图 1-3-19

4.8 照明系统监控窗口

如图 1-3-20 所示，在此窗口中，可监控以下信息：

（1）运行控制：在此框中，点击各照明线路开、关按钮，可控制线路通、断。

（2）时间表计划任务设置：点击此按钮，出现图 1-3-21，此时可控制各路照明线路按计划时间启动和停止。

（3）运行状态：可监控各照明线路的通、断状态以及卧室照度。

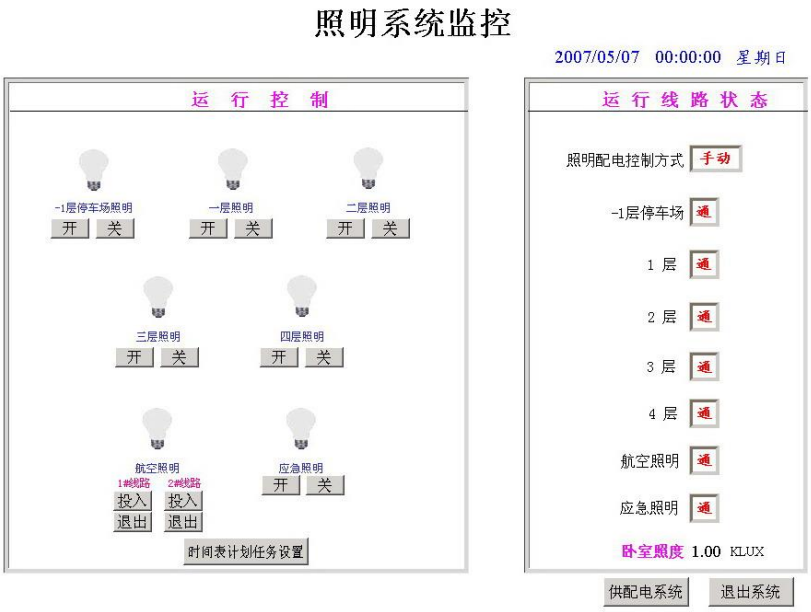


图 1-3-20



图 1-3-21

4.9 时间表工作设置窗口

如图 1-3-21 所示，在此窗口中，“时间查询”显示当前时间，“计划任务”可设置各照明线路的运行时间。点击“设置”，出现图 1-3-22 窗口，设定“开时间”和“关时间”，点击“确定”，颜色变灰（不可选状态），说明设置成功，如果设置时间不对，会有相应提示。设置时间完成后，图 1-3-23 中，“未设置”变为“已经设置”。



图 1-3-22

4.10 系统管理窗口

在供配电监控管理系统主功能窗口点击“退出系统”，弹出如图 1-3-23 所示对话框。点击“确定”，退出工程运行。点击“取消”，返回“供配电监控管理系统”窗口。



图 1-3-23

第二部分　实验的基本要求与安全操作规程

第一章 实验的基本要求

“THPGP-1A 型 楼宇供配电及照明系统实验装置”的实验目的在于使学生掌握系统运行的原理及特性，学会通过故障运行现象及相关数据分析故障原因，并排除故障。通过实验使学生能够根据实验目的，实验内容及测取的资料，进行分析研究，得出必要结论，从而完成实验报告。在整个实验过程中，必须集中精力，及时认真做好实验。现按实验过程提出下列具体要求。

1 实验前的准备

实验准备即为实验的预习阶段，是保证实验能否顺利进行的必要步骤。每次实验前都应做好预习，才能对实验目的、步骤、结论和注意事项等做到心中有数，从而提高实验质量和效率。预习应做到：

⑴复习教科书有关章节内容，熟悉与本次实验相关的理论知识。

⑵认真学习实验指导书，了解本次实验目的和内容，掌握实验工作原理和方法，仔细阅读实验安全操作规程，明确实验过程中应注意的问题（有些内容可到实验室对照实验设备进行预习，熟悉组件的编号，使用及其规定值等）。

⑶实验前应写好预习报告，其中应包括实验系统的详细接线图、实验步骤、数据记录表格等，经教师检查认为确实做好了实验前的准备，方可开始实验。

⑷认真做好实验前的准备工作，对于培养学生独立工作能力，提高实验质量和保护实验设备、人身的安全等都具有相当重要的作用。

2 实验的进行

在完成理论学习、实验预习等环节后，就可进入实验实施阶段。实验时要做到以下几点：

⑴预习报告完整，熟悉设备

实验开始前，指导老师要对学生的预习报告做检查，要求学生了解本次实验的目的、内容和方法，只有满足此要求后，方能允许实验。

指导老师要对实验装置作详细介绍，学生必须熟悉该次实验所用的各种设备，明确这些设备的功能与使用方法。

⑵建立小组，合理分工。

每次实验都以小组为单位进行，每组由 3 人组成。

⑶试运行

在正式实验开始之前，先熟悉仪表的操作，然后按一定规范通电接通电力网络，观察所有仪表是否正常。如果出现异常，应立即切断电源，并排除故障；如果一切正常，即可正式开始实验。

⑷测取数据

预习时应对所测数据的范围做到心中有数。正式实验时，根据实验步骤逐次测取资料。

⑸认真负责，实验有始有终

实验完毕后，应请指导老师检查实验资料。经指导老师认可后，关闭所有电源，并把实验中

所用的物品整理好，放至原位。

3 实验总结

这是实验的最后阶段，应对实验数据进行整理、绘制图表、分析实验现象并撰写实验报告。每位实验参与者要独立完成一份实验报告，实验报告的编写应持严肃认真、实事求是的科学态度。如实验结果与理论有较大出入时，不得随意修改实验数据和结果，而应用理论知识来分析实验数据和结果，解释实验现象，找出引起较大误差的原因。

实验报告是根据实测资料和在实验中观察发现的问题，经过自己分析研究或分析讨论后写出的实验总结和心得体会，应简明扼要、字迹清楚、图表整洁、结论明确。

实验报告应包括以下内容：

⑴实验名称、专业、班级、学号、姓名、同组者姓名、实验日期、室温等。

⑵实验目的、实验线路、实验内容。

⑶实验设备、仪器、仪表的型号、规格、铭牌数据及实验装置编号。

⑷实验资料的整理。

⑸画出与实验数据相对应的特性曲线及记录的波形。

⑹用理论知识对实验结果进行分析总结，得出正确的结论。

⑺对实验中出现的现象、遇到的问题进行分析讨论，写出心得体会，并对实验提出自己的建议和改进措施。

⑻实验报告应写在一定规格的报告纸上，保持整洁。

⑼每次实验每人独立完成一份报告，按时送交指导老师批阅。

第二章 安全操作规程

为了顺利完成 THPGP-1A 楼宇供配电及照明系统实验装置的全部实验，确保实验时人身安全与设备的安全可靠运行，实验人员要严格遵守如下安全规程：

1、在分、合闸微型断路器时，要同时扳动整个连杆，不能只扳起一角，防止连杆断裂或变形。

2、在 “应急照明双电源切换接线区”安装有保险丝保护接线，做实验时，由于接线错误导致保险丝熔断，可打开后门（中间右侧），更换保险丝（3A）。在 1～4 层照明配电实验时，如果，做实验时，由于接线错误导致保险丝熔断，可打开后门（中间右侧）中间左侧，更换保险丝（3A）。

3、在负荷系统中，采用大功率磁盘电阻模拟楼宇负荷。实验前，必须进行以下检查：实验台“控制电源”开关扳至“ON”，实验屏后部门上的风机是否正常运行，如果出现故障，请联系技术人员维修。

第三部分　THPGP-1A 实验内容

第一章　供配电子系统实验

实验一　智慧建筑的供电运行方式实验

一、实验目的

1．了解楼宇供电线路结构。

2．熟悉楼宇中典型供电线路形式。

二、原理说明

根据智慧建筑的特点，为了保障大楼和设备的安全，应根据建筑物内用电负荷的性质和大小，外部电源情况，确定电源的回路数，保证供电可靠。除了具有外部电网的可靠电源外，还应有备用的柴油发电机组，作为应急电源，备用发电机组的容量要保证全部一级负荷和部分二级负荷供电（主要保证消防设备和事故照明装置供电）。

本实验装置采用两回路电源同时供电，设有自备电源系统（均由市电模拟），采用单母线分段运行方式，供电可靠性高，适用于负荷大、高压出线回路少的智能建筑。如图 3-1-1-1 所示供电网络结构。

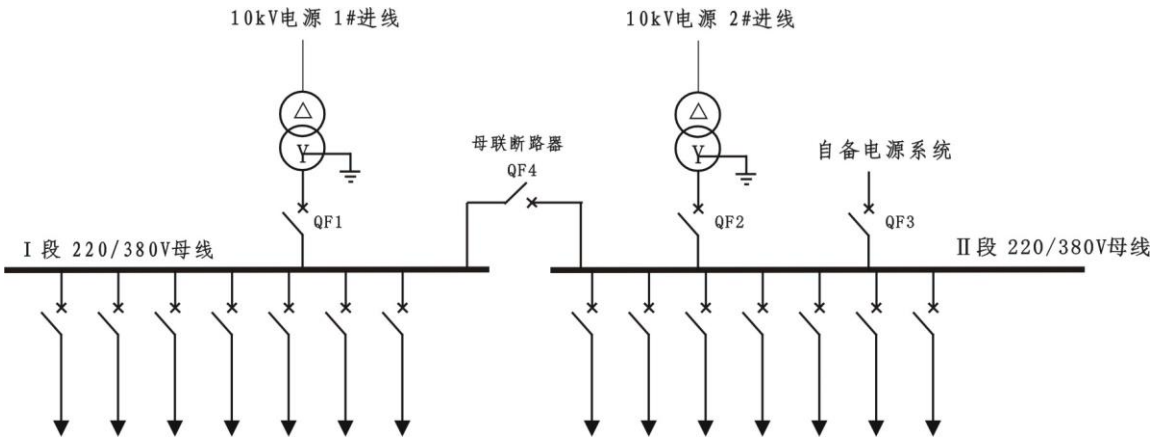


图 3-1-1-1

三、实验内容与步骤

1．打开总操作电源

实验台左侧“操作电源”空气开关向上扳至“ON”。

2．打开总进线电源

实验台左侧“进线电源”正面塑壳断路器向上扳至“ON”。

3．供电运行

将选择开关 QF1、QF2 旋至合闸，观察 1#、2#母线电压指示，旋转切换开关，观察电压变化。将 QF1、QF2 旋至分闸。

4．供电线路结构变化

将选择开关 QF1、QF4 旋至合闸，观察 1#、2#母线电压指示，旋转切换开关，观察电压变化。

重新将选择开关 QF3、QF4 旋至合闸，观察 1#、2#母线电压指示，旋转切换开关，观察电压变化。

5．供电线路运行闭锁控制

将选择开关 QF1、QF2 旋至合闸，合闸 QF4，能否合上，分析原因。

将选择开关 QF1、QF2 旋至合闸，合闸 QF3，能否合上，分析原因。

四、实验报告

1．比较两路独立电源和一路电源供电在供电面积和可靠性方面的区别。

2．说明变压器低压侧采取单母线分段方式的特点。

3．根据实验现象，分析供电线路各种运行状态下的特点。

实验二　典型楼层配电运行方式实验

一、实验目的

1．了解楼宇楼层配电线路结构。

2．熟悉楼宇中典型楼层配电线路形式。

二、原理说明

低压配电系统可分为放射式和干线式两大类。在高层民用建筑中，对各楼层电力、照明设备的供配电，由于各楼层用电负荷比较均匀，采用干线式配电系统比较合理。

对于大型的智慧建筑，多采用放射式和干线式相结合的混合式配电系统。本实验系统通过楼层照明配电线路的变化，演示典型楼层的配电方式。主要有四种方式，如图 3-1-2-1 所示。

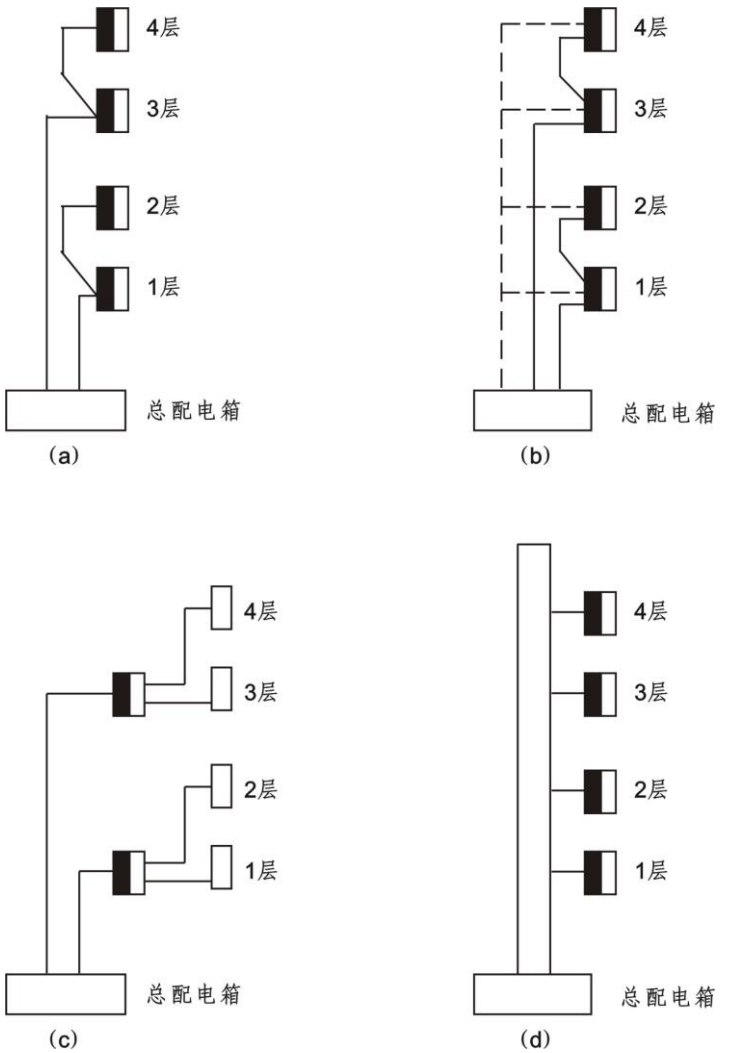


图 3-1-2-1

三、实验内容与步骤

楼层配电运行方式一（图 3-1-2-2）

1．打开总操作电源，依次合闸进线电源总开关、QF1，1#母线得电，观察母线电压指示 220\380V。

2．在“楼宇照明控制部分”区按图接线，完成配电线路组建。应急照明配电箱接线参考“双电源自动切换控制实验”中的一种接线即可。

3．合闸断路器（1～4 楼层照明出线），“控制方式切换”选择为手动，按下照明总配电箱通断开关。

4．在各层选择一种场景控制灯亮，验证接线的正确性。控制开关的使用参考照明子系统相关内容。

5．分析楼层配电运行方式一配电网络结构和运行特点。

6、依次断开各船形开关，分闸出线断路器、QF1 和进线电源断路器，最后断开总操作电源，切断实验台电源。

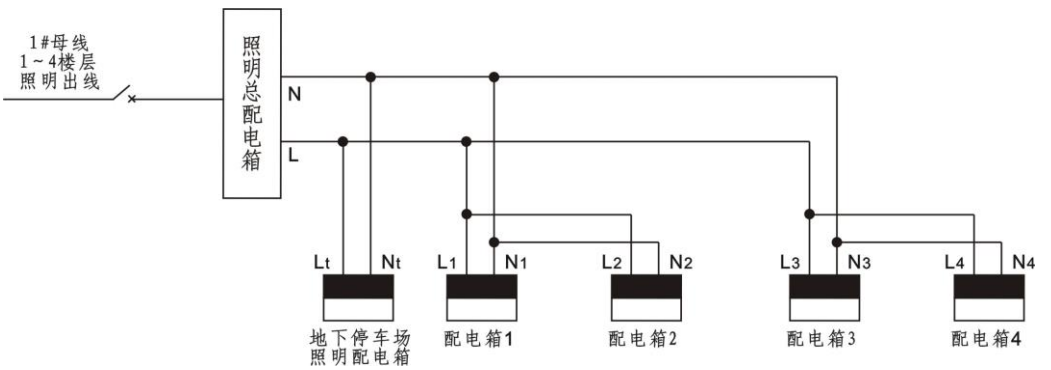


图 3-1-2-2

楼层配电运行方式二（图 3-1-2-3）

实验步骤同楼层配电运行一，按图接线，完成配电线路组建。分析楼层配电运行方式二配电网络结构和运行特点。

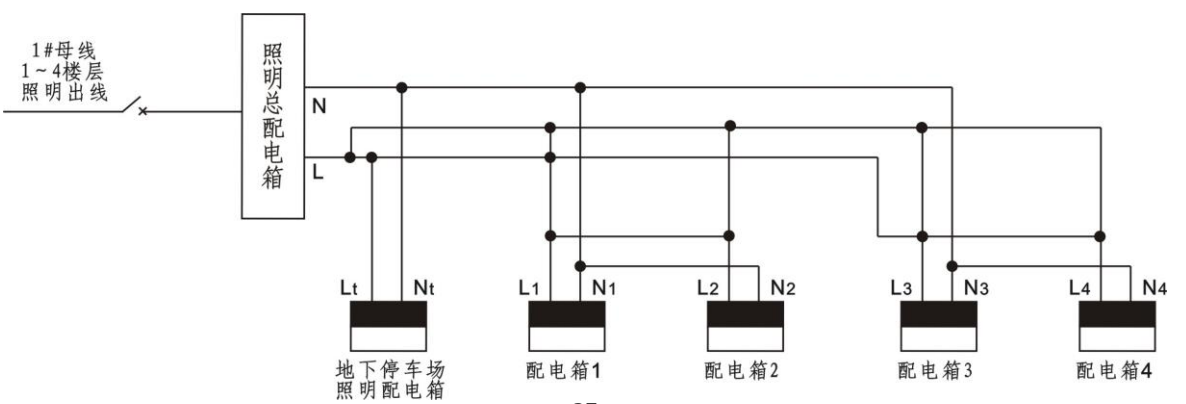


图 3-1-2-3

楼层配电运行方式三（图 3-1-2-4）

实验步骤同楼层配电运行一，按图接线，完成配电线路组建。分析楼层配电运行方式三配电网络结构和运行特点。(虚线部分接线已经完成，不需要再接线，按下配电箱 1、3 船形开关“通”，即可接通线路)。

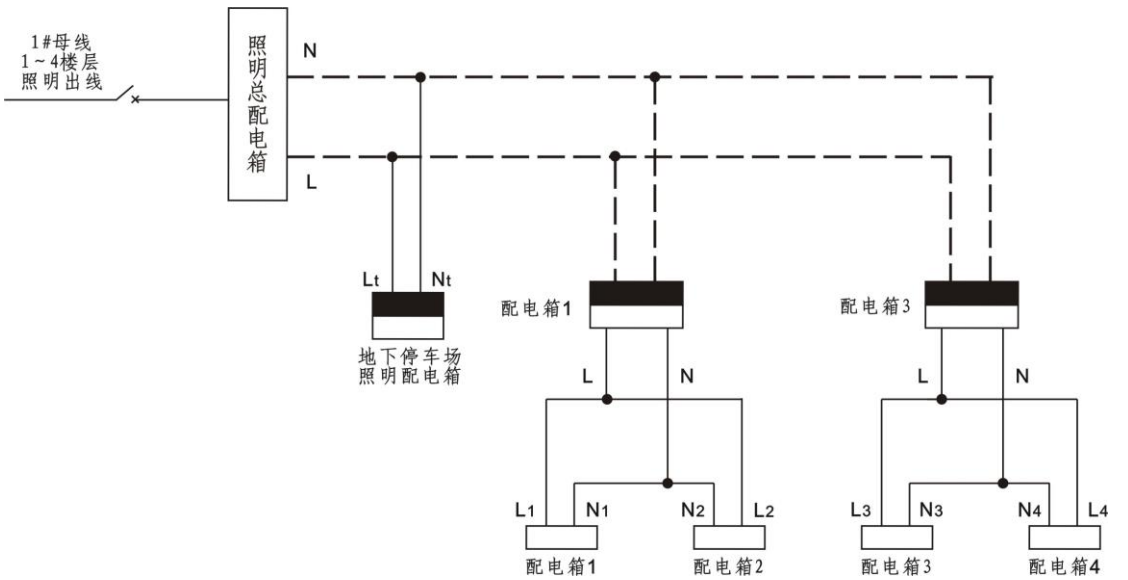


图 3-1-2-4

楼层配电运行方式四（图 3-1-2-5）

实验步骤同楼层配电运行一，按图接线，完成配电线路组建。分析楼层配电运行方式四配电网络结构和运行特点。

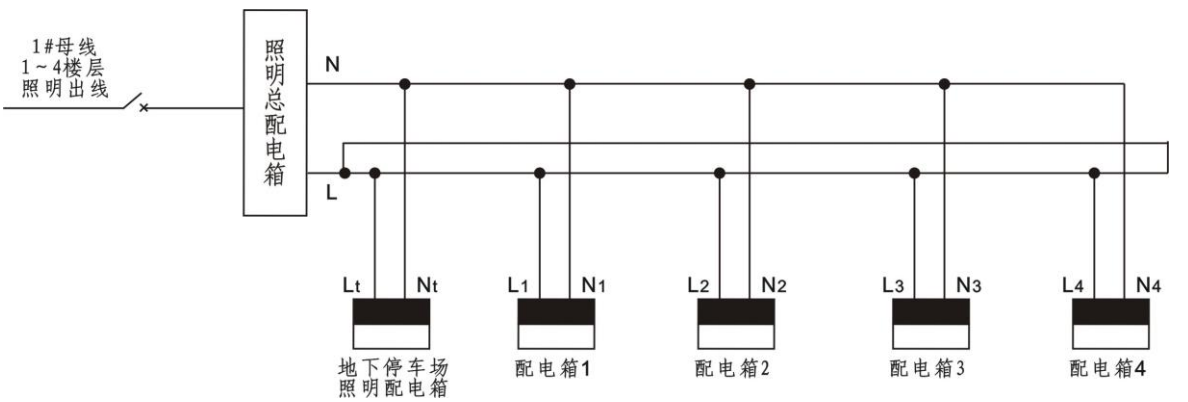


图 3-1-2-5

四、实验报告

1．说明四种典型楼层配电线路的特点。

2．根据楼层配电接线方式，分析不同线路结构的应用场所。

五、注意事项

1．实验接线时，注意不要把火线和零线短接。

2．实验过程中“1～4 层照明” 光字牌亮，但“1～4 层照明总配电箱”没电，说明保险丝可能熔断，打开后门，在第二层板中间，更换保险丝（3A），再重新上电实验。

实验三　供配电系统中运行线路状态的现场监测和控制实验

一、实验目的

1．了解楼宇中负荷的分类。

2．熟悉各类负荷的运行线路特点。

二、原理说明

对于低压配电系统主要监测控制内容有：

（1）电源监测：对高低压电源进出线及变压器的电压、电流、功率因子、频率、断路器的状态监测。

（2）负荷监测与控制：各级用电设备负荷监控。

（3）备用电源控制：在主要电源供电中断时自动启动柴油发电机或燃气发电机组；在恢复供电时停止备用电源，并进行倒闸操作、直流电源监测、不间断电源的监测。

（4）供电恢复控制：当供电恢复时，按照设定的优先程序，启动各个设备电机，迅速恢复运行。避免同时启动多个设备，而使供电系统跳闸。

在本实验系统中，在实验台上，主要监测以下内容：各路进线断路器的分、合闸；各配电线路通和断，双电源线路的状态；负荷线路电流的读取。

三、实验内容与步骤

1．进线断路器的分、合闸状态监测

打开总操作电源，合闸进线电源总开关，将选择开关 QF1 旋至合、分闸，观察分、合闸指示灯的变化。同样操作 QF2、QF3 和 QF4，观察指示灯的变化。

2．母线电压的监测

旋转母线电压切换开关，观察显示电压的变化。

3．配电出线空气开关分、合状态的监测

1#、2#母线得电，依次分、合各出线空气开关，观察各出线光字牌的亮、灭情况。

4．配电出线电流参数的读取

1#、2#母线上的各负荷投入运行，记录并观察指针式电流表的数据和变化情况。

注意：实验台后面的风扇要先正常运行，并能稳定工作，这样才能保证整个散热系统正常工作。

5．功率因子监测

在智能无功功率自动补偿器 JKL5CF 上可以监测总进线的功率因子变化。使用方法见附录一。

四、实验报告

分析供配电系统中监测和控制的内容。

实验四　备自投联动控制实验

一、实验目的

1．了解电力系统自动装置概念。

2．熟悉备自投工作方式。

二、原理说明

备用电源自动投入装置(BZT)的作用是：当正常供电电源因供电线路故障或电源本身发生事故而停电时，它可将负荷自动、迅速切换至备用电源，使供电不至中断，从而确保用电设备连续正常运转，把停电造成的经济损失降到最低程度。

常用的备用电源自动投入方式主要有：

1、进线备自投方式

2、变压器备自投方式

3、桥开关备自投方式

4、分段开关备自投方式

本实验装置通过开关设置，可完成进线备自投、分段开关备自投和自备电源系统自动投入。

（1）进线备自投工作原理：

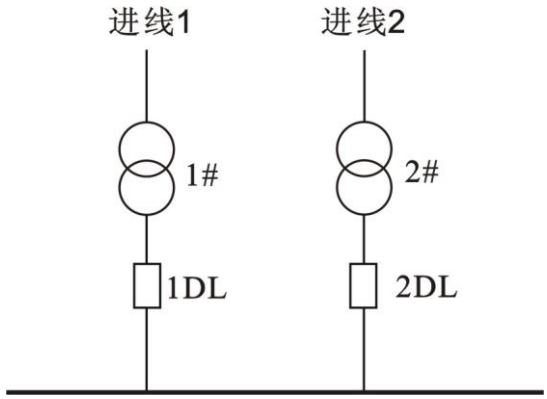


图 3-1-4-1 进线备自投

正常运行条件：

情况 1：进线 2 备用进线 1：1DL 处于合位置， 2DL 处于分位置，进线 1、进线 2 均有电压，备自投投入开关处于投入位置

情况 2：进线 1 备用进线 2：2DL 处于合位置， 1DL 处于分位置，进线 1、进线 2 均有电压，备自投投入开关处于投入位置

启动条件：

进线 2 备用进线 1：进线 2 有电压，进线 1 无电压，且无电流

进线 1 备用进线 2：进线 1 有电压，进线 2 无电压，且无电流

动作过程：

对启动条件（1）

1DL 处于分位置，经延时后合上 2DL

对启动条件（2）

2DL 处于分位置，经延时后合上 1DL

退出条件：

对启动条件（1）2DL 处于合位置，备自投一次动作完毕，备自投投入开关处于退出位置。

对启动条件（2）1DL 处于合位置，备自投一次动作完毕，备自投投入开关处于退出位置

（2）分段开关备自投工作原理：

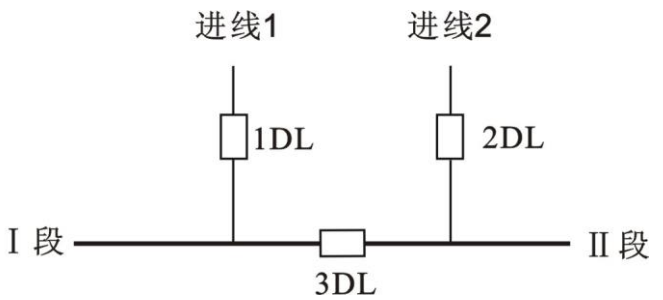


图 3-1-4-2 分段开关备自投

正常运行条件：

1、3DL 处于分位置，1DL、2DL 处于合位置

2、I 段、II 段母线均有电压

3、备自投投入开关处于投入位置

启动条件：

1> II 段备用 I 段：I 段母线无压，1DL 进线 1 无流，II 段母线有压。

2> I 段备用 II 段：II 段母线无压，2DL 进线 2 无流，I 段母线有压。

动作过程：对启动条件 1> 当 1DL 处于分位置，经延时后合上 3DL。

对启动条件 2> 当 2DL 处于分位置，经延时后合上 3DL。

退出条件：

3DL 处于合位置，备自投一次动作完毕，备自投投入开关处于退出位置

三、实验内容与步骤

1．进线备自投实验

状态一：

将“备用方式”、“明备用线路选择”旋至空挡（垂直状态）。备用方式“手动”为手动控制备用开关。

（1）打开总操作电源，合闸进线电源总开关，将选择开关 QF1、QF4 旋至合闸。

（2）将“备用方式”旋至“明备用”，将“明备用线路选择”旋至“2#进线”。

（3）将选择开关 QF1 旋至分闸，观察各进线断路器动作。

（4）将备自投控制选择开关恢复初始状态。

状态二：

将“备用方式”、“明备用线路选择”旋至空挡（垂直状态）。

（1）打开总操作电源，合闸进线电源总开关，将选择开关 QF2、QF4 旋至合闸。

（2）将“备用方式”旋至“明备用”，将“明备用线路选择”旋至“1#进线”。

（3）将选择开关 QF2 旋至分闸，观察各进线断路器动作。

（4）将备自投控制选择开关恢复初始状态。

2．分段开关备自投实验

状态一：

将“备用方式”、“明备用线路选择”旋至空挡（垂直状态）。

（1）打开总操作电源，合闸进线电源总开关，将选择开关 QF1、QF2 旋至合闸。

（2）将“备用方式”旋至“暗备用”。

（3）将选择开关 QF1 旋至分闸，观察各进线断路器动作。

（4）将备自投控制选择开关恢复初始状态。

状态二：

将“备用方式”、“明备用线路选择”旋至空挡（垂直状态）。

（1）打开总操作电源，合闸进线电源总开关，将选择开关 QF1、QF2 旋至合闸。

（2）将“备用方式”旋至“暗备用”。

（3）将选择开关 QF2 旋至分闸，观察各进线断路器动作。

（4）将备自投控制选择开关恢复初始状态。

四、实验报告

1．根据实验现象分析备自投各种运行方式的工作原理。

实验五　双电源自动切换控制实验

一、实验目的

1．了解双电源自动切换装置概念。

2．熟悉双电源供电负荷线路运行方式。

二、原理说明

楼宇中有些重要负荷，需要两路电源供电，而用电设备某一时刻只能从一路电源取电，因此在线路末端设置有双电源自动切换装置。在本实验装置上，在“应急照明双电源自动切换接线区”可完成该装置原理实验。

三、实验内容与步骤

1．双电源供电负荷线路控制

“消防与安全防范系统”、“通信及有限电视系统”、“电梯系统”和“应急照明”回路设置有双电源切换装置，前三者内部接线已完成控制（原理同图 3-1-5-1），“应急照明”需要外部接线才能完成控制。

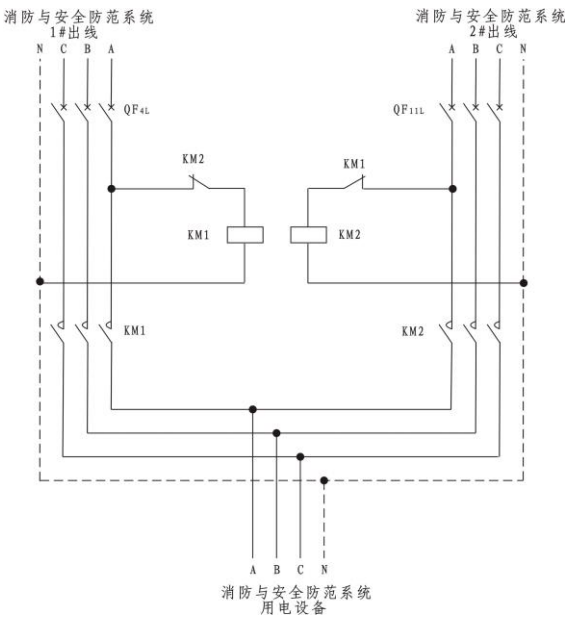


图 3-1-5-1

实验步骤如下：

1）合闸消防与安全防范系统 1#出线空气开关，可听见接触器吸合的声音，对应光字牌亮，电流表有电流。

2）合闸消防与安全防范系统 2#出线空气开关，对应光字牌亮，电流表无电流。此时负载从 1#出线取电。

3）断开消防与安全防范系统 1#出线空气开关， 对应光字牌灭，电流表无电流；2#出线对

应光字牌亮，电流有电流，此时负载从 2#出线取电。

4）同理可完成 2#出线失电后，从 1#出线取电实验。

同上实验步骤，熟悉通信及有限电视系统、电梯系统双电源运行线路切换控制。

2．应急照明双电源切换控制

在“应急照明双电源自动切换接线区”，按以下三个实验接线。

（1）互为备用

按图 3-1-5-2 所示，完成接线。接线前，确定应急照明 1#、2#出线微型断路器为分闸状态（向下扳至 OFF）。

完成接线后按一下控制步骤操作：

1）先按下 SA1 按钮，按钮灯亮，“应急照明 1#出线”光字牌亮；再按下 SA2 按钮。

2）依次分闸、合闸应急照明 1#出线空气开关，观察 1#、2#运行指示灯的变化。

3）再依次分闸、合闸应急照明 2#出线空气开关，观察应急照明 1#、2#出线光字牌的变化。

动作过程如下：

1）SA1 按下后，KM1 线圈得电动作，KM1 主触点闭合，常闭触点断开，应急照明配电箱从 1#线路取电。此时按下 SA2。

2）1#应急照明出线失电，KM1 线圈失电，KM1 主触点断开，常闭触点闭合，KM2 主触点闭合，常闭触点断开，应急照明配电箱从 2#线路取电。

3）当 1#应急照明出线再次得电，一旦 2#出线失电，应急照明配电箱自动从 1#应急照明出线取电。

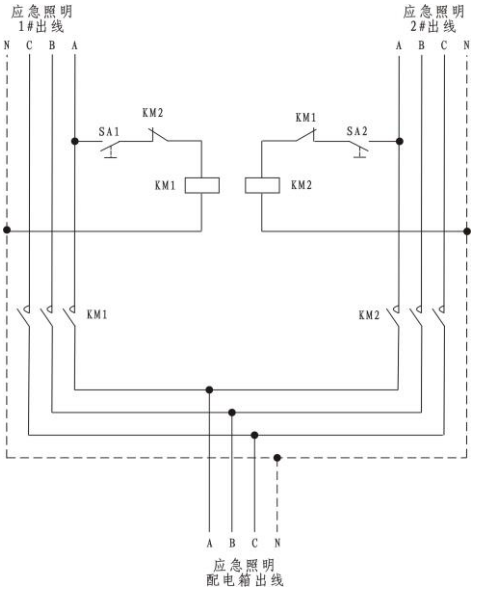


图 3-1-5-2

（2）互为备用（防触点竞争）

按图 3-1-5-3 所示，完成接线，实验步骤参考（1）。

（3）带自适应功能

按图 3-1-5-4 所示，完成接线，实验步骤参考（1）。

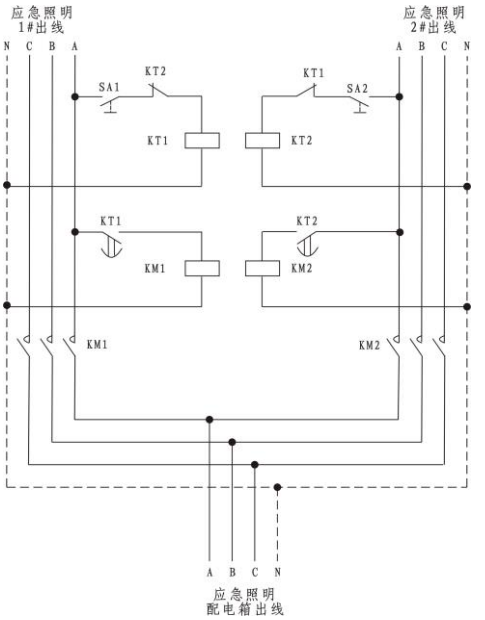


图 3-1-5-3

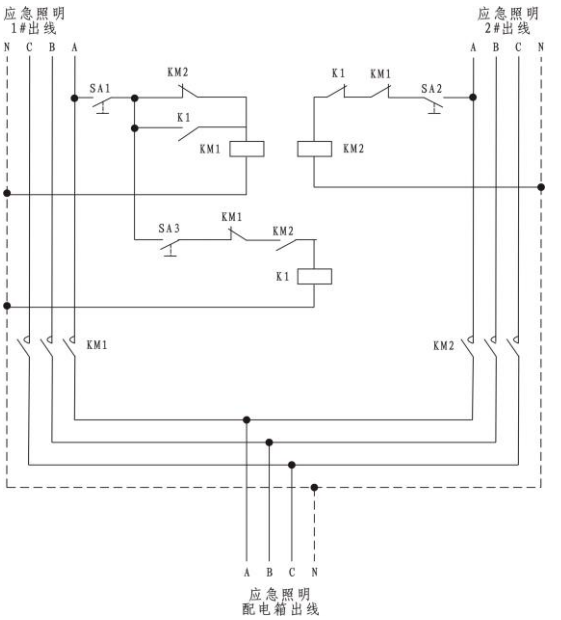


图 3-1-5-4

四、实验报告

1．分析双电源自动切换装置的工作原理。

五、注意事项

1．在 “应急照明双电源切换接线区”安装有保险丝保护接线，做实验时，由于接线错误导致保险丝熔断，可打开后门，在第三层安装板右侧更换保险丝（3A）。

实验六　应急电源自动投入和退出运行控制实验

一、实验目的

1．认识应急电源的作用。

2．熟悉应急电源投入和退出的工作运行条件。

二、原理说明

自备电源系统是防止各外部电源停电时，给配电母线提供交流电源，保证楼宇内重要负荷的持续供电运行。

备自投工作原理如图 3-1-6-1：

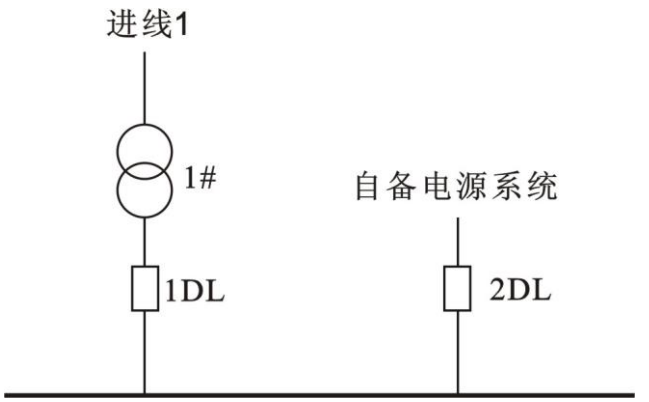


图 3-1-6-1

正常运行条件：

1、2DL 处于分位置，1DL 处于合位置

2、母线有电压

3、备自投投入开关处于投入位置

启动条件：

母线失压

动作过程：

投入：1DL 分位置，2DL 合位置

退出：1DL 合位置，2DL 分位置

三、实验内容与步骤

1．自备电源系统自动投入

将“备用方式”、“明备用线路选择”旋至空挡（垂直状态）。

（1）打开总操作电源，合闸进线电源总开关，将选择开关 QF1 和 QF4 旋至合闸。

（2）将“备用方式”旋至“自备电源系统”。

（3）将选择开关 QF1 旋至分闸，观察各进线断路器动作。

（5）将备自投控制选择开关恢复初始状态。

2．自备电源系统自动退出

（6）将选择开关 QF1 旋至合闸，观察各进线断路器动作。

四、实验报告

1．根据实验现象，分析自备电源系统投入和退出工作原理。

2．分析电源进线与自备电源系统为什么不能同时投入运行？

实验七　功率因子补偿实验

一、实验目的

1．认识无功补偿的意义。

2．熟悉智能无功补偿装置的使用方法。

二、原理说明

无功补偿的重要目的是防止低压线路功率因子较低，导致电压下降或发电机组感性功耗增加。所以低压无功补偿的作用非常重要。

无功补偿的主要方法为补偿电容器组，本实验装置的补偿控制方式有手动和微机自动控制两种。无功补偿安装位置以及结构原理如图 1-1。

本实验装置内为**A 相单相补偿**，电容器组的参数如下表 3-1：

表 3-1

组数	电容值(uF)	补偿无功功率（kVar）
第 1 组	1	0.015
第 2 组	1	0.015
第 3 组	2.2	0.033
第 4 组	4.7	0.071

无功计算方法：　$$Q_C = \frac{U^2}{X_C} = \frac{U^2}{\frac{1}{\omega C}} = 2\pi f C U^2 \times 10^3 = 0.314 C U^2$$

X_C—电容器的容抗

f—电源频率（Hz）

U—电容两端的电压（kV），本装置内按 220V 计算

C—电容值（μF）

Q_C—无功功率（kVar）

三、实验内容与步骤

1．手动无功补偿实验

1）将“无功补偿方式”选择开关旋至“停止”。

2）2#进线供电，母线开关 QF4 闭合，两条母线同时投入。1～4 层照明和应急照明负荷不投入，投入其它全部负荷。相关操作步骤可参考实验三。

3）将“无功补偿方式”选择开关旋至“手动”、“2”、“3”、“4”。观察电容器组的投入情况，功率因子的变化，分析原因。

注意：手动投切时，可在智能无功补偿装置上查看功率因子变化，该装置也会发出投入信号，但不会控制电容器组的投切。

2．自动无功补偿实验

1）将“无功补偿方式”选择开关旋至“自动”。

2）2#进线供电，母线开关 QF4 闭合，两条母线同时投入。按照智能无功补偿装置的使用说明书学习操作装置，熟悉各功能设置。

注意：2#母线失电时，智能无功补偿装置停止工作。

3）1～4 层照明和应急照明负荷不投入，投入其它全部负荷。相关操作步骤可参考实验三。

4）设置参数如附录一出厂设置参数，观察电容器组的投入情况，投入指示灯的变化规律，功率因子的变化，分析原因。

5）切除 1#母线上全部负荷，逐渐切除 2#母线上的负荷，观察电容器组变化情况，分析变化规律。

6）切除全部负荷，关闭电源开关。

注意：可以在智慧无功功率自动补偿器JKL5CF上监测总进线电源的功率因子，在2#母线上投切电容器组。

四、实验报告

1．分析手动和自动无功补偿的区别。

2．说明无功补偿的工作原理。

3．分析欠补偿和过补偿的区别。

实验八　与消防自动报警系统的联动实验

一、实验目的

1．了解消防报警信号发生时，供配电系统的运行变化状态。

二、原理说明

当建筑发生火灾或其它灾害时，会自动发出消防告警信号，此时，供配电系统将根据消防信号进行相关联动措施，主要是切除非重要负荷的供电，同时要保证消防电源以及应急电源的持续供电。

本实验装置上，供配电系统上位机接受消防告警信号，采取自动和手动两种方式，进行相关的联动措施。

三、实验内容与步骤

1．给实验装置上电，各线路断路器工作在 ON 状态，投入各条运行线路。

2．运行上位机软件。

3．按下“消防告警信号模拟按钮”，发出消防信号。

4．观察上位机画面的变化，进行相关联动操作。

5．再次按下“消防告警信号模拟按钮”，取消消防信号。

四、实验报告

1．根据实验步骤，分析发生消防联动信号时，供配电系统运行状态的变化。

实验九　供配电监控系统运行调度实验

一、实验目的

1．熟悉供配电监控系统的功能和作用。

2．熟悉供配电系统的操作。

二、原理说明

供配电综合自动化系统以计算机为核心，实现对系统全面的自动监控，实现供配电系统工作的安全性、可靠性、节能性、灵活性。供配电统上位机系统运行调度包括以下两方面内容：

1．供配电系统设备的自动控制

供配电综合自动化系统可对系统的主开关、断路器等设备的工作状态进行自动控制。控制内容如下：

1）高低压断路器、开关设备按顺序自动接通、分断，高/低压母线联络断路器按需要自动接通、分断。

2）柴油发电机组备用电源开关设备按顺序自动投入或自动脱离，即由开关设备的自动分、合闸实现备用电源与市电供电的转换。

根据实践证明，楼宇自控系统对供配电系统的监控要求是“只监不控”，这样可保证供配电系统的安全可靠。

2．供配电系统的监测与保护

为了对供配电系统设备的运行状态及供电情况及时、准确地了解和掌握，为了保证供配电质量与系统安全，要对供电系统以下内容进行监测：

1）开关状态监测与报警

高压进线、出线，低压进线、部分重要负荷出线及母线的断路器状态监测，故障报警。

2）线路状态监测与报警

电源电压、电流、有功功率、无功功率、功率因子、频率自动监测及供电质量积算。

3）负荷监测与报警

各级负荷的电压、电流自动监测显示与报警。

4）系统有功电度、无功电度、功率因子等测量与系统报警。

三、实验内容与步骤

1．上电运行实验设备，投入运行设备，操作方法同前实验。

2．运行上位机软件。在“供配电监控管理系统”窗口中，操作各子菜单功能，熟悉各监控画面内容，分析运行状态变化情况。

3．关闭软件，关闭实验设备各电源。

四、实验报告

1．根据实验步骤，分析供配电系统的监控原理。

2．分析供配电监控系统的主要内容。

第二章　照明子系统实验

实验一　常用照明开关特性实验

一、实验目的

1．了解单路和双路开关特性。

2．熟悉电子调光开关的特性。

3．熟悉可调光电子整流器的特性。

二、原理说明

在现代楼宇中，照明开关各种各样，最常用的开关有单路开关，实现一一对应控制；双路开关，实验两地控制；电子调光开关，调节白炽灯的亮度；电子整流器，调节荧光灯的亮度。还有触摸延时开关，人体感应开关，声光控开关等等，后面几种开关我们将在后面的实验中给予详细介绍。下面就结合我们实验台把几种常用开关给予详细介绍。

1．在智慧化的客房中，对于卧室和客厅应该设计不同的灯光效果。

卧室是人们休憩、睡眠的场所。人们在卧室内往往还要进行一些家务、阅读书报或看电视活动。所以可以设置一些可调节的照明器，方便随时根据不同的需求更改卧室内照度。本实验台在此场景中装设白炽灯照明，采用电子调光开关控制。

客厅往往是多功能活动场所，招待客人，家人团聚，很多客厅还兼有就餐功能。招待客人如带有商谈性质，希望有明亮的荧光灯；朋友之间交谈最好在柔和的白炽灯下，好比家人般亲热。因此照明的手法要适应环境和气氛的变化而选用不同的光源或它们的组合。本实验台在此场景中装设一盏荧光灯和一盏白炽灯照明，采用单路开关控制。

2．在很多楼宇楼道里，最常见的是采用双路开关，实现两地控制。在本实验台上，场景楼道 2 采用这种控制方式，其它楼道的控制方式在后面实验中完成学习。

3．对于大型的员工办公室。工作场所主要是用来工作，所以对光线要求较高，一般采用荧光灯类照明灯具。为了节约能源，办公室内必须根据室外光线照度的变化，对室内灯光照度进行调节。实验装置中采用了 H 管节能灯，模拟实际装设的栅格灯。为了根据室外光线变化调节光照度，装置中设置了调光开关，对 H 管节能灯控制电路中的电子整流器进行调节，以达到调节照度的目的。

三、实验内容与步骤

1．参考供配电的实验二，将照明部分按一种接线方式进行楼层配电。

2．将卧室和客厅的合闸按钮按下，按钮红灯亮。

3．卧室和客厅配电箱得电后，调节卧室白炽灯的手动调节开关，观察卧室灯光变化。

4．将客厅的双级单路开关分别打到开、关，记录不同灯光下的效果。

5．将员工办公室的合闸按钮按下，按钮红灯亮。

6．调节员工办公室的旋钮开关，观察员工办公室内的灯光效果。

7．实验完成后，关闭设备电源。

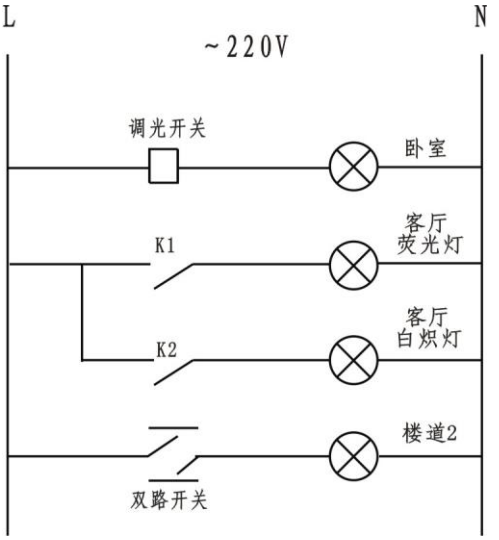


图 3-2-1-1 照明控制原理图

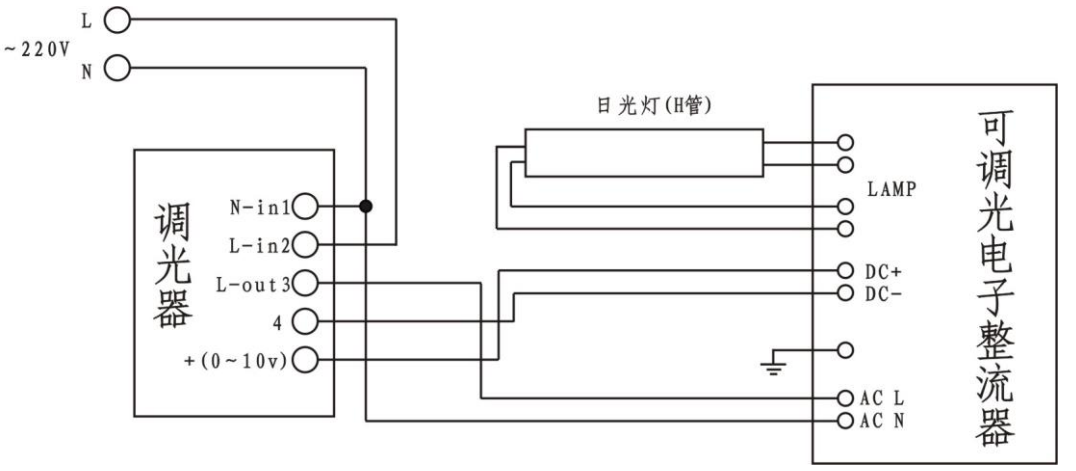


图 3-2-1-2 员工办公照明控制电路

四、实验报告

1．如何设计卧室和客厅的灯光效果，该选用何种灯具和光源。

2．白炽灯调光的工作原理及电路图。

3．荧光灯调光电路及工作原理。

实验二　楼宇普通照明配电方式实验

一、实验目的

1．了解楼宇照明配电线路结构。

二、原理说明

楼宇照明配电根据负荷性质，可分为普通楼层照明配电、应急照明配电和航空照明配电。应急照明和航空照明有专用的配电线路。普通楼层照明配电主要有四种方式，如图 3-2-2-1 所示。

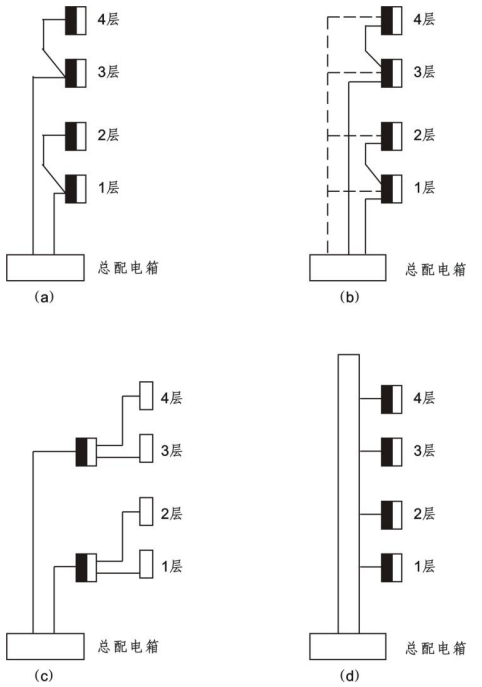


图 3-2-2-1 楼层照明配电结构图

三、实验内容与步骤

楼层配电运行方式一（图 3-2-2-2）

1．打开总操作电源，依次合闸进线电源总开关、QF1，1#母线得电，观察母线电压指示 220\380V。

2．在“楼宇照明控制部分”区按图接线，完成配电线路组建。应急照明配电箱接线参考“双电源自动切换控制实验”中的一种接线即可。

3．合闸断路器（1～4 楼层照明出线），“控制方式切换”选择为手动，按下照明总配电箱通断开关。

4．在各层选择一种场景控制灯亮，验证接线的正确性。控制开关的使用参考照明子系统相关内容。

5．分析楼层配电运行方式一配电网络结构和运行特点。

6．依次断开各船形开关，分闸出线断路器、QF1 和进线电源断路器，最后断开总操作电源，

切断实验台电源。

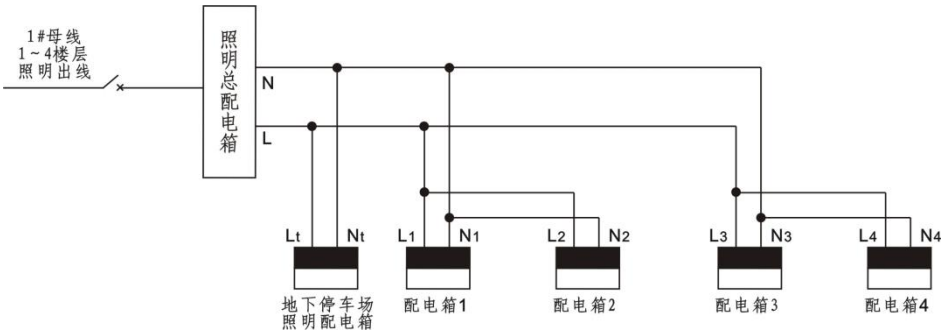


图 3-2-2-2

楼层配电运行方式二（图 3-2-2-3）

实验步骤同楼层配电运行一，按图接线，完成配电线路组建。分析楼层配电运行方式二配电网络结构和运行特点。

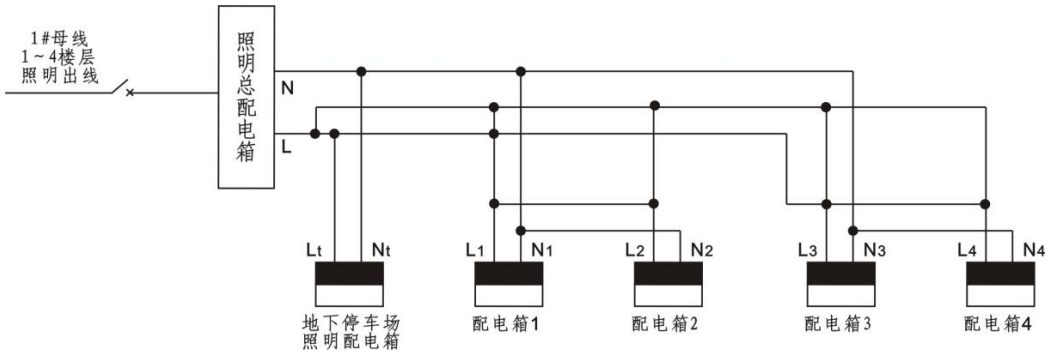


图 3-2-2-3

楼层配电运行方式三（图 3-2-2-4）

实验步骤同楼层配电运行一，按图接线，完成配电线路组建。分析楼层配电运行方式三配电网络结构和运行特点。（虚线部分接线已经完成，不需要再接线，按下配电箱 1、3 船形开关“通”，即可接通线路）

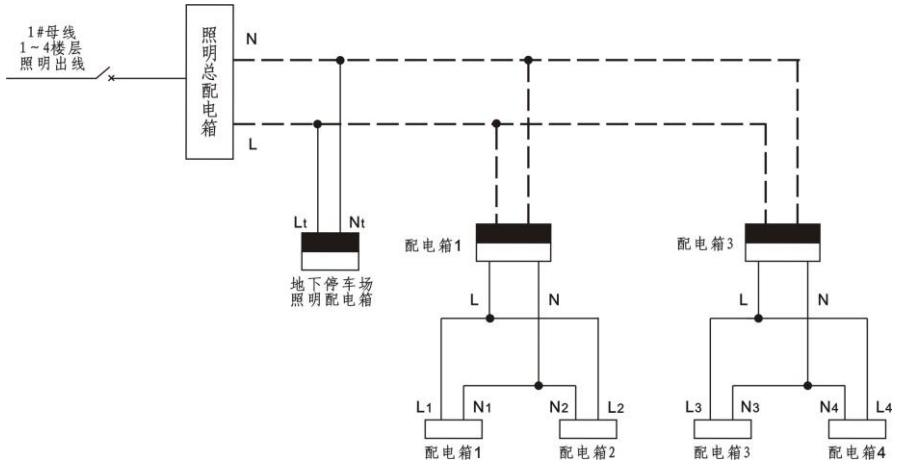


图 3-2-2-4

楼层配电运行方式四（图 3-2-2-5）

实验步骤同楼层配电运行一，按图接线，完成配电线路组建。分析楼层配电运行方式四配电网络结构和运行特点。

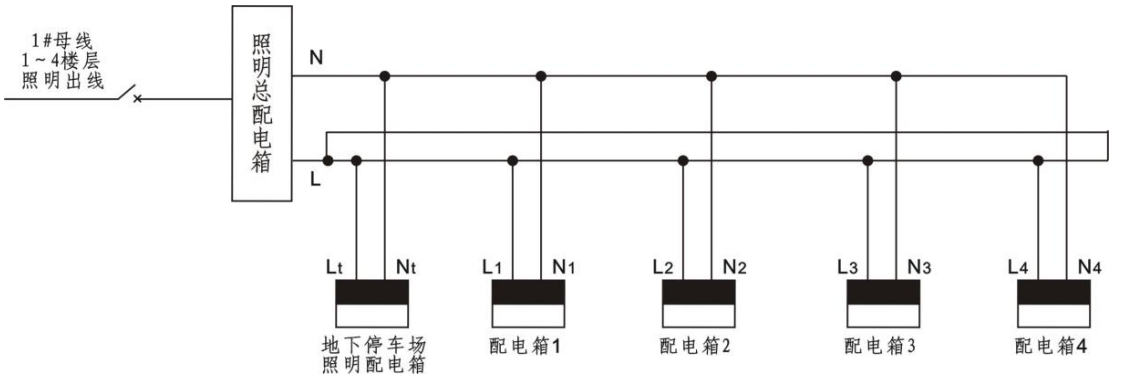


图 3-2-2-5

四、实验报告

1．说明四种典型楼层配电线路的特点。

2．根据楼层配电接线方式，分析不同线路结构的应用场所。

3．分析楼层配电与其它照明配电方式有和不同。

五、注意事项

1．实验接线时，注意不要把火线和零线短接。

2．实验过程中“1～4 层照明” 光字牌亮，但“1～4 层照明总配电箱”没电，说明保险丝可能熔断，打开后门，在第二层板中间，更换保险丝（3A），再重新上电实验。

实验三　应急照明配电方式实验

一、实验目的

1．了解应急照明的种类。

2．熟悉应急照明的配电方式。

二、原理说明

应急照明包括疏散照明、备用照明、安全照明和事故照明。

1．疏散照明是为了使人员在紧急情况下能安全地从室内撤离至室外或某安全地区而设置的照明及疏散指示标志

2．备用照明是在正常照明失效时，为继续工作或暂时继续工作而设置的照明；

3．安全照明则是在正常照明突然中断，为确保处于的人员安全而设置的照明；

4．事故照明为在正常照明因故障熄灭后，在事故情况下继续工作或安全通行的照明。

本装置照明演示柜上设置了疏散照明和事故照明。

应急照明的供电应按其负荷等级要求来确定。应急照明在智能建筑中为一级负荷，因此应急照明应由专用的双电源回路供电，实现双电源自动切换。

应急照明系统在火灾发生后应立即投入运行工作，确保其功能的实现。联动控制方式有两种：

（1）传统的联动控制方式。应急照明配电箱受消防联动系统的直接控制，即采用联动控制模块单元的触点去控制配电箱供电回路的闭合。

（2）应急照明由计算机控制模块（或控制单元）监控与管理，并通过网络获得信息而启动。在这种控制方式下，微机控制模块（或单元）的通信接口挂接在大楼内综合布线系统的通信网路上，应急照明系统的工作，由控制模块（或单元）通过通信网路接受火灾消防报警系统或其它防灾害报警系统的紧急信息而控制启动。同时控制模块或单元将应急照明系统的工作状态信息传送到大楼控制中心，并接受大楼控制中心的指令信息。本实验装置采用自动应急装置供电，当进线失电时，由备用电池供电。

楼道照明与应急照明共用一个配电箱统一供电，当进线失电时，它们都由应急装置供电。

三、实验内容与步骤

1．参考供配电系统《实验五 双电源自动切换控制实验》步骤，在应急照明双电源自动切换接线区采用图 3-1-2-4 接线方式完成接线。

2．应急照明的电源 Ly 与 Ny 接到应急照明双电源自动切换接线区的配电箱出线上：Ny 接 N，Ly 接到 A。不要接错，避免短路。

3．将应急照明的合闸按钮按下，按钮红灯亮。观察具体哪些应急照明灯亮。

4．将 1～4 层照明微断打到分闸，观察应急照明和其它正常照明的亮灭情况。

5．实验完成后，关闭设备电源。

四、实验报告

1．根据实验内容，说明应急照明的配电形式。

2．根据实验现象，分析应急照明及正常照明配电方式的区别及各自的特点。

实验四　时间表控制模式下的照明控制实验

一、实验目的

1．了解时间表的控制的作用。

2．熟悉时间表控制的设计方法。

二、原理说明

时间表控制控制模式是楼宇照明控制中最常用的控制模式，工作人员预先在上位机编制运行时间表，并下载至相应控制器，控制器根据时间表对相应照明设备进行启/停控制。时间表中可以随时插入临时任务，如某区域所在单位的加班任务等，临时任务的优先高于正常时间配置，且一次有效，执行后自动恢复至正常时间配置的安排。

以航空障碍照明为例说明时间表控制方式。航空障碍照明设置与控制是智能建筑照明系统的一个组成部分。智慧建筑一般都为高层或超高层建筑，必须在建筑物的顶部设置障碍照明指示灯，并对其进行自动监控和管理。

障碍灯最好就该采用频闪灯，障碍照明控制一般由计算机远程控制。这种方式的时间标准由建筑物内控制中心统一定时，制定时间表，计算机程序根据季节的日落时间调整工作启动和关闭时间。一般由感光组件作为日光亮度的测量，用以辅助计算机程序控制。如图 3-2-4-1 所示，上位机设置时间表，下载到 DDC 控制器，DDC 的开关量输出触点控制航空照明配电箱的 KM 按时间分、合闸，完成控制。

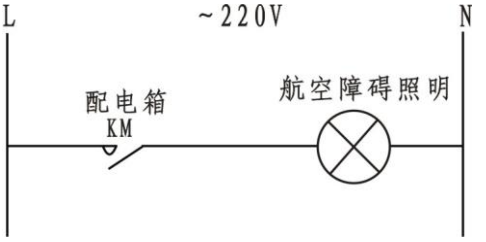


图 3-2-4-1 航空照明回路控制原理图

三、实验内容与步骤

1．给实验台上电。使照明系统得电，将照明控制面板上的选择开关打到“远动”位置。

2．运行上位机软件，通信正常后，进入照明系统接口。点击主接口右下角的“时间表计划任务设置”。点击航空照明旁边的“设置”进行时间表设置。

3．修改开时间和关时间，然后点击确定。观察航空照明警示灯的得电情况。

4．按以上同样的步骤对其他场所进行时间表控制设置，观察效果。

5．实验完成后，关闭设备电源。

四、实验报告

1．列出时间表控制的应用场所。

2．分析时间表控制的上位机设计方法。

3．如何设计航空照明的灯光效果，该选用何种光源。

实验五　情景切换控制模式下的照明控制实验

一、实验目的

1．了解情景切换应用场所。

2．熟悉情景切换的设计方法。

二、原理说明

情景切换控制模式一般是指工作人员预先编写好几种常用场合下的照明方式,并下载至相应控制器。控制器读取场景切换铵钮状态或远程系统情景设置，并根据读入信号切换至对应的照明模式。本实验装置中设置了三种场景切换控制方式，分别如下：

1．第一种方式采用继电器组合控制，实现一键切换控制达到场景切换目的。有的总经理办公室环境相对比较复杂，灯光较多。每一盏灯设置一个按钮控制很不方便。如果采用了智能照明系统，通过场景设定需要哪种模式只需按相应的按键，这样既方便也不会忘掉关灯。这种一键切换的场景切换模式在智能办公室用的非常普遍。装置中设置五种场景，全亮、全灭，办公、会客、休息，用五个按钮进行切换。控制原理如图 3-2-5-1。

2．第二种方式采集微机装置完成控制，即采用专门的调光模块。

调光模块是一种数字式调光器，具有限制电压波动和软启动开关的作用。开关模式有开关作用，是一种继电输出。调光模块具有调光功能，可对白炽灯进行无级调光。

在装置中，我们预先设置好几种常用的场景模式：入场、会议、演讲、投影、讨论、休息、散会、关灯，在需要进行场景切换时只需在调光装置中选择具体的场景。在调光装置里，除了预先设置好的多个场景模式外，还可以根据不同场合或不同需要自己设定场景模式和灯光效果。在多功能会议厅中，仿真会议厅中的两个场所，观众席和主席台，观众席顶部装有 4 个白炽灯，而主席台顶部装有 2 个白炽灯，两场所中间有一定间隔。在场景设置时可以对它们两路灯进行照度调节。多功能会议厅中间均匀分布安装了 4 个荧光灯，用于调光模块中的开关控制。控制原理如图 3-2-5-2。

3．第三种方式采用无线遥控装置控制。

智慧建筑的门厅和大堂是建筑眼睛，是客人进入的第一印象，其灯具的选用、灯光的布置不只是为了照明的需要，更就考虑照明的气氛及照明与建筑装潢的协调。由于大堂和多功能会议大厅一样，灯具数量较多但使用时间不定，不同场合对照明需求差异较大，因此往往设定几种照明场景，使用时根据具体场合切换。

智能遥控装置是由手持遥控器和接收装置组成。手持遥控器按下不同的按键发送指令给接收装置，接收装置控制灯亮灭。

实验装置中，设置三路灯光。一路由 4 个荧光灯筒灯（模拟装饰灯）组成，一路由 2 个白炽灯（模拟吸顶灯）组成，另一个由一个 T4 日光灯（模拟日光灯带）组成。该三路灯由一个手动/遥控双路开关同时控制。控制原理如图 3-2-5-3。

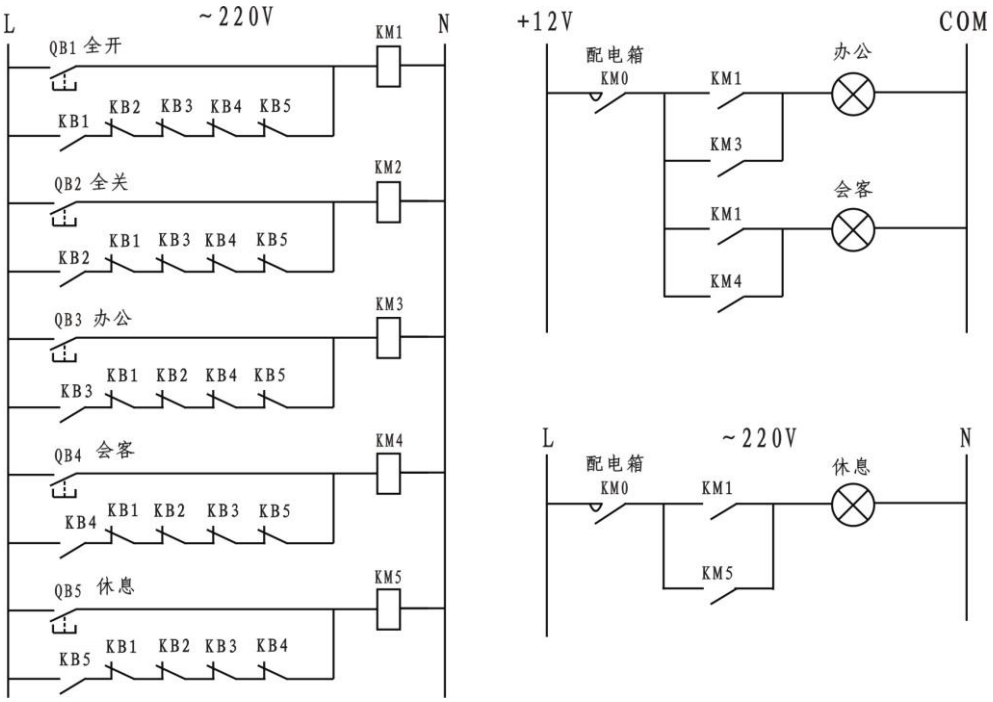


图 3-2-5-1 经理办公室灯光控制原理图

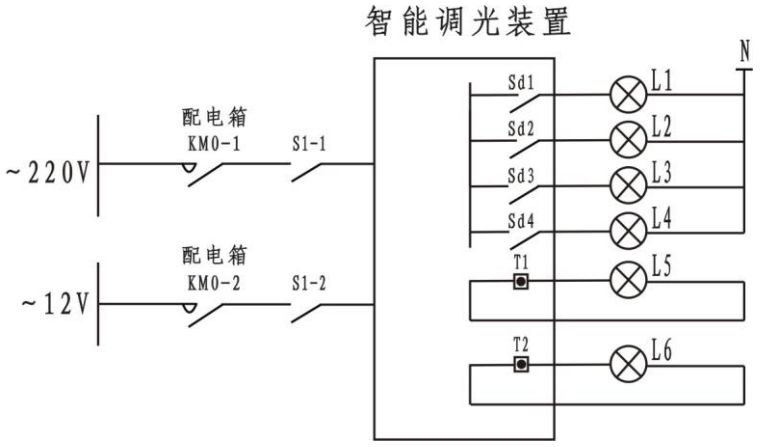


图 3-2-5-2 多功能大厅调光模块



图 3-2-5-3 大堂遥控场景切换

三、实验内容与步骤

1．参考供配电的实验二，将照明部分按一种接线方式进行楼层配电。

2．按下“4 层照明配电控制”区域经理办公室合闸按钮，按钮红灯亮。

3．卧室得电后，依次按下经理办公室五个控制按钮，记录按钮本身指示灯的变化，记录经理办公室内不同的场景下哪些为亮，哪些灯灭，观察对应场景下的灯光效果。

4．按下“2 层照明配电控制”区域多功能会议厅合闸按钮按，按钮红灯亮。

5．多功能会议厅得电后，按下多功能会议大厅电源开关，操作调光模块装置，选择各种场景，记录多功能会议厅的哪些灯亮，哪些灯灭，观察不同场景的灯光效果。

6．按下“1 层照明配电控制”区域大堂合闸按钮，按钮红灯亮。

7．大堂得电后，循环按下大堂控制开关，观察大堂灯光亮灭情况。

8．取出面板上的遥控器，按下遥控器上的各个按键，观测各路灯光的亮灭情况及大堂灯光效果。

9．实验完成后，关闭设备电源。

四、实验报告

1．分析经理办公室场景切换控制工作原理。

2．如何设计多功能会议厅的灯光效果，该选用何种灯具和光源。

3．分析智能调光控制器应具备的功能。

4．分析手动/遥控三路智慧灯光遥控器的工作原理。

实验六　远程强制控制模式下的照明控制实验

一、实验目的

1．了解远程强制控制的意义。

2．熟悉远程强制控制的操作方法。

二、原理说明

远程强制控制模式是指工作人员在中控室对固定区域的照明系统进行远程强制控制，即远程强制改变其照明开关状态。

上位机系统可以对楼层的各个场所照明系统进行强制控制。当照明控制箱的控制状态为远动时，上位机系统下置强制信号，下位机 DDC 输出信号对照明配电箱中的接触器进行控制。

三、实验内容与步骤

1．参考供配电的实验二，将照明部分按一种接线方式进行楼层配电。

2．将“照明控制部分”面板上的选择开关切换到“远动”。

3．运行上位机软件，通讯正常后，进入照明系统运行控制接口。

4．在主接口的左侧，点击各楼层照明配电控制，在弹出接口上对各个照明配电箱进行强制远程控制控制。

5．观察楼层照明配电箱的变化情况。

6．实验完成后，关闭设备电源。

四、实验报告

1．分析远程控制的特点。

2．分析上位机系统控制照明配电的设计方法。

实验七　动态控制模式下的照明控制实验

一、实验目的

1．了解动态模式的多种方式。

2．熟悉照度传感器的工作特性。

二、原理说明

动态控制往往和一些传感器设备配合使用。如根据照度自动调节的照明系统中需要有照度传感器，控制器根据照度回馈自动控制相应区域照明灯具的启/停或照度的调节；又如有些走道可以根据相应的声感、红外感应等传感器判别是否有人经过，藉以控制照明灯具的启/停。

照度传感器是将光照度转换成电信号的仪器。设备中所用的照度传感器是将 0～1 万 LUX 光照度转换为 0～20MA 的电流信号，通过 DDC 采集系统，传送到上位机加以显示。

实验装置的四个楼道设置了四种控制开关。楼道 4 设置触摸延时开关，开关得电后，用手触摸开关，楼道 4 灯亮；楼道 3 设置人体感应开关，开关得电后，在光线较暗时有人体从开关前方经过，楼道 3 灯亮；楼道 2 设置双路开关，开关得电后，打开任何一个开关，都能控制楼道 2 的灯亮（即两地控制）；楼道 1 设置声光控开关，开关得电后，在光线较暗的情况下，当有一定的响度的声音传入开关，楼道 1 的灯亮。

地下车库照明一般在出入口处会设有适应区照明，而对于停车场内部，控制方式主要有两种，一种为在入口地面设置探测线圈，检测车体的运动状态从而控制停车场的灯光；另一种为在入口处安装红外对射开关，当车体经过时，挡住红外对射探测器后，控制室内照明。

红外线光电开关是利用被检测物体对调制的红外光束遮光，由同步回路选通，来检测物体的有或无，来产生开关的作用。光电开关的检测不局限于金属，对其他物体均可检测。本实验装置上采用的对射型红外光电开关。

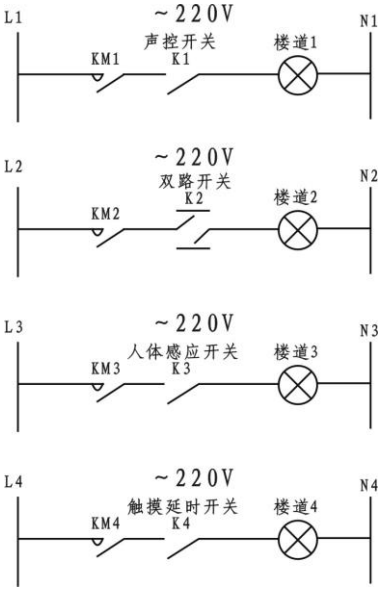


图 3-2-7-1 各层楼道照明控制原理图

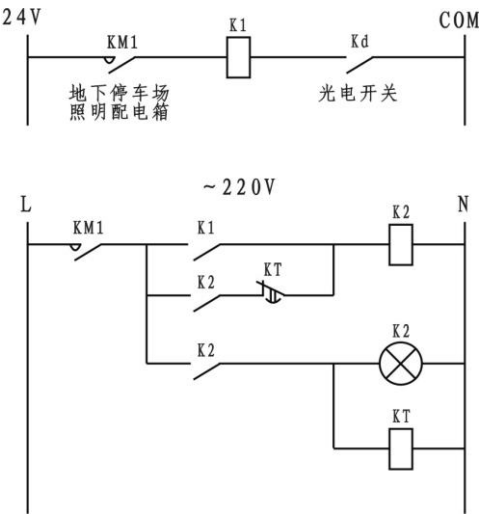


图 3-2-7-2 停车场照明控制原理图

三、实验内容与步骤

参考供配电的实验二，将照明部分按一种接线方式进行楼层配电。

1．按下“应急照明配电控制”合闸按钮，按钮红灯亮。

用手触摸楼道 4 照明控制开关，观察楼道 4 灯光的亮、灭变化。经过一段时间延时后，观察灯光的亮、灭变化。

触摸延时开关：通过触摸感应片，使灯点亮；延时 3 分钟后灯关断。

2．按下按下“应急照明配电控制”合闸按钮，按钮红灯亮。

实验室光线较强时，用手捂住人体感应开关的透光片，不让光线进入，观察楼道 4 灯光的亮、灭变化。经过一段时间延时后，观察灯光的亮、灭变化。

实验室光线较暗时，人站在人体感应开关前，观察楼道 4 灯光的亮、灭变化。经过一段时间延时后，观察灯光的亮、灭变化。

人体感应开关：人体感应延时开关通过对人体所辐射红外线进行探测，实现人到灯亮、人离灯灭的功能。在周围光度足够的情况下，开关不会工作，当周围环境暗到一定程度时便能开始工作，实现节能效果。可重复触发，在延时时间内，如再次探测到活动人体，则重新延时 30 秒钟。

3．按下“应急照明配电控制”合闸按钮，按钮红灯亮。

任意按下双路开关上的一个开关，观察楼道 2 灯光变化；循环按下双路开关，观察楼道 2 灯光的亮、灭变化。

双路开关：用于两地控制一盏灯。

4．按下“应急照明配电控制”合闸按钮，按钮红灯亮。

实验室光线较强时，用手指按住声光控延时开关上的感光片（模拟外部光线较暗），然后在开关前距离较近的地方击掌，观察楼道 4 灯光的亮、灭变化。经过一段时间延时后，观察灯光的亮、灭变化。

实验室光线较暗时，不用遮住感光片，直接击掌，观察楼道 4 灯光的亮、灭变化。经过一段时间延时后，观察灯光的亮、灭变化。

声光控延时开关：采用声、光双重控制。当周围光度足够的情况下（>41x），开关不会触发；当周围环境暗到一定程度（<11x），遇到一定响度的声音70db时，开关触发导通并延时60秒自动断开。

5． 按下“4 层照明配电控制”卧室合闸按钮按下，按钮红灯亮。

调节电子调光开关，通过上位机观察卧室照度的变化，记录几组照度的值，分析照度和光线的变化规律。

6．按下“地下一层停车场照明配电控制”合闸按钮按下，按钮红灯亮。

地下停车场配电箱得电后，用手遮挡地下停车场安装的光电开关。观察楼道 4 灯光的亮、灭变化。经过一段时间延时后，观察灯光的亮、灭变化。

7．实验完成后，关闭设备电源。

四、实验报告

1．分析照度传感器的特点。

2．分析楼道各种控制开关的工作原理和使用方法。

3．分析地下停车场照明的设计方法。

实验八　照明系统与消防系统联动实验

一、实验目的

1．了解消防报警信号发生时，供配电系统的运行变化状态。

二、原理说明

联动控制模式是指由某一联动信号触发，控制相应区域照明系统的灯光变化。如泛光控制系统中无线控制器上无源接点信号的输入、火警信号的输入、防盗报警信号、正常照明系统的故障信号输入等均属于联动信号。当它们的状态发生变化时，将触发相应照明区域的一系列联动动作，如发光照明的开启，逃生诱导灯的启动、应急照明系统的切换等。

本实验装置中，按下消防报警按钮模拟联动信号：火警信号。按下“消防告警”按钮，输出无源触点信号，上位机检测到该信号之后，控制下位机，下位机通过输出信号实现联动。

三、实验内容与步骤

1．参考供配电的实验二，将照明部分按一种接线方式进行楼层配电。

2．把“控制方式切换”选择开关切换到“远动”。

3．参考《实验三 应急照明配电方式实验》，按一种接线方式进行应急照明配电。

4．运行上位机软件，通讯正常后，进入照明系统监控接口。

5．将消防按钮按下。

6．在上位机接口上出现警示灯闪烁（告警指示），点击闪烁的警示灯。

7．在弹出窗口中点击“自动”按钮，观察照明配电箱的供电变化以及各路灯光的变化。

8．实验完成后，关闭设备电源。

四、实验报告

1．分析发生消防联动时，照明系统的变化。

2．分析照明系统联动控制原理。

实验九　照明监控系统运行调度实验

一、实验目的

1．熟悉照明监控系统的功能和作用。

2．熟悉照明监控系统的操作。

二、原理说明

在现代化建筑物中，照明系统为使用者提供良好、舒适的光环境，同时也是建筑物能源消耗的重要组成部分。照明设备自动控制系统能保证建筑物的良好光环境并起到节能效果。

所谓“光环境控制”是指应用人工照明等手段按照不同时间和用途对环境的光照进行控制，以满足工作、娱乐、休息、的不同需求，产生不同的视觉效果，通过改善光环境提高工作效率和生活舒适度。

在现代化楼宇中，利用照明设备监控系统合理的安排各区域的照明方式和照明时间，既可以满足正常生活、工作的需要，方便物业管理流程，又能起到节能的作用，同时交替使用不同回路作为长明灯，可使同一区域灯泡寿命基本相同。

三、实验内容与步骤

1．实验设备上电运行，整个照明系统正常运行工作。

2．把照明面板上的选择开关打到“远动”。

3．运行上位机软件。在“照明监控管理系统”窗口中，操作各子菜单功能，熟悉各监控画面内容，分析运行状态变化情况。

4．关闭软件，关闭实验设备各路电源。

5．实验完成后，关闭设备电源。

四、实验报告

1．根据实验步骤，分析照明系统的监控原理。

2．分析照明监控系统的主要内容。

第三章　建筑设备监控系统实验

实验一　照明子系统和供配电子系统联合监控实验

一、实验目的

1．熟悉供配电和照明监控系统的运行管理。

二、原理说明

在楼宇自控系统中，对 BA 系统中的供配电和照明系统要完成实时监控。

三、实验内容与步骤

1．实验设备上电运行，整个供配电和照明系统正常运行工作。

2．把照明面板上的选择开关打到“远动”。

3．运行上位机软件。在“供配电监控管理系统”和“照明监控管理系统”窗口中，操作各子菜单功能，熟悉各监控画面内容，分析运行状态变化情况。

4．关闭软件，关闭实验设备各路电源。

四、实验报告

1．分析供配电系统的监控内容。

2．分析照明系统的监控内容。

实验二　与其它建筑设备子系统的联合监控运行扩展实验

一、实验目的

1．熟悉楼宇自控系统的功能和作用。

2．熟悉楼宇自控系统的运行管理。

二、原理说明

网络化是智能楼控系统的发展方向，而基于 LONWORKS 总线的楼控网络系统是目前智能建筑发展的一种主流。THPGL-1 型 现场总线楼宇综合控制系统可将带 LON 总线的设备网络集成化，实现集中控制。本实验装置可以接入楼宇系统的 LONWORKS 网络。

三、实验内容与步骤

具体实验步骤参考“THPGL-1 型 现场总线楼宇综合控制系统”实验相关内容。

四、实验报告

1．分析楼宇自控系统的特点。

第四部分　附录

附录一　JKL5CF 智能无功补偿控制器使用说明书

1．功能选择

数码管（LCD）第一位显示功能代码，根据代码表，在自动时若按“选择”键少于 0.5S 则直接接入手动状态，若超过 1S，可以循环选择所有功能代码。（见代码表）

2．参数修改

当选定某种功能代码后，释放“选择”键，按“递增”键参数增加，按“递减”键参数减少，参数修改后，释放按键，30S 内操作“选择”键切换到自动状态，这时候新参数将会自动保存，若是在 30S 内，无按键操作则控制器会返回自动状态，这时候修改的参数将不能保存。

3．手动运行

自动时，点击“选择”键，可以直接进入手动运行状态，第一位 LED 显示“H”，按“递增”键手动投入；按“递减”键手动切除。

4．代码表

代　码	代 码 含 义	数码显示内容	操作递增或递减
A	自动运行	电网功率因子	无　效
b	投入门限	功率因子投入点	0.80～0.99 供选定
C	时间设置	延时时间设置值	1～250s 供选定
d	过压设置	过压电压设置值	400～500V 供选定
E	C/K 设置	电容除以电流变比	0.01～1.00 供选定
F	切除门限	功率因子切除点	0.91～0.90 供选定
L	路数设置	输出回路数 设置值	1～12 路供选定
U	显示电压	取样电压值（伏）	无 效
P	显示电流	取样电流值（A）	无 效
H	手动运行	电网功率因子	电容器组将依次 投入或切除

注意：路数设置出厂整定为 4 组，不要更改，否则该装置无法正常工作。

备注：1．操作“选择”、“递增”、“递减”键时，按住时间必须超 0.5 秒才有效。

2．在代码为 b～L 等六种状态时，30S 内无按键均可自动返回自动状态。

3．在代码为 U、P、H 三种状态时，必须通过操作“选择”键，才能切换到自动运行状态。

4．在 A、U、P 三种状态时，控制器自动控制电容的投切动作，面板上也会有相应的指示。

5．控制参数可调范围

技术参数	参 数 值	出厂设定值
过压预置	400～500V 可调　步长 1s	450
延时预置	1～250s 可调　步长 1s	10
C/K 比值	0.01～1.00 可调　步长 0.01	0.00
投入门限	0.8～0.99 可调　步长 0.01	0.98
切除门限	滞后 0.91～超前-0.90 可调 步长 0.01	-0.99
控制组数	1～12 回路可设置	4

附录二　THPIL-1 型 智能调光装置使用说明

1．概述

THPIL-1 型 智能调光装置用于多功能会议厅的调光控制。

2．键盘使用说明

2.1 面板功能说明

装置面板布置包括：12 只操作按键，12 只状态指示灯和 1 只液晶显示单元。

2.2 各键功能如下：

1）复位键：用于控制装置复位。

2）“＋”键：模式选择时，改变场景，数字加 1。

3）“－”键：模式选择时，改变场景，数字减 1。

4）确认键：确定选择当前项。

5）▲键：上移一行。

6）▼键：下移一行。

7) 取消键：取消当前操作并返回上一级菜单。

3. 液晶显示内容

采用树状中文菜单结构，初始画面包括：

1）运行状态：升级使用。

2）情景设置：进入后，可设置场景变化。

3）通信信息：升级使用。

4）系统版本： V1.0。

4．场景对应表

代码	场景
0	入场
1	会议
2	讨论
3	投影
4	休息
5	散会
6	情景一
7	情景二