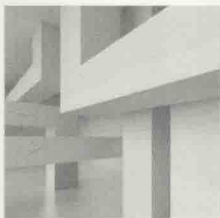
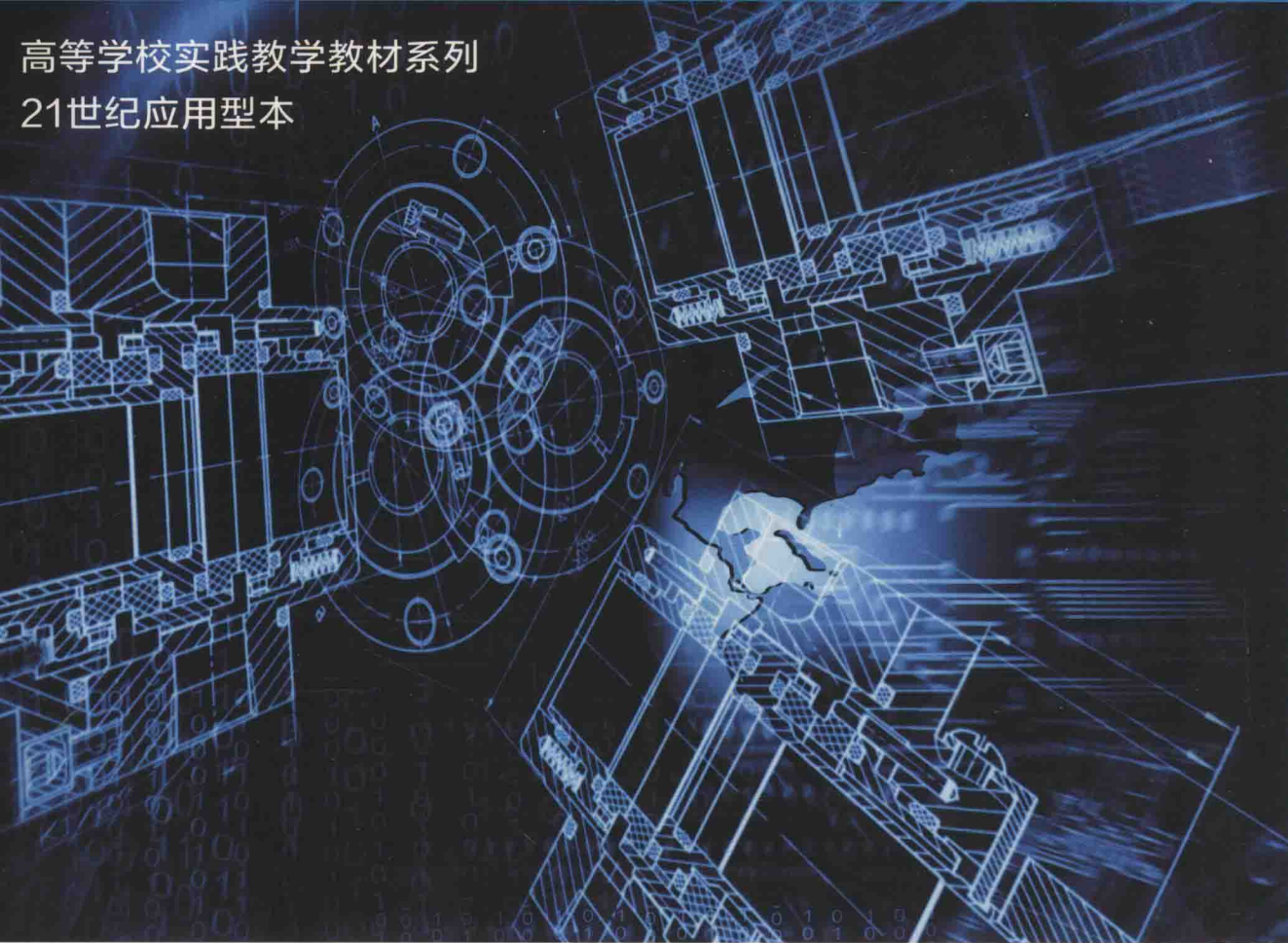
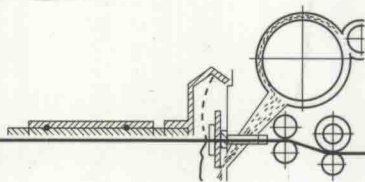


高等学校实践教学教材系列
21世纪应用型本



工程化程序设计 实验教程



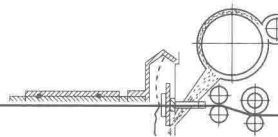
主 编 鞠全勇 张 玉



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

高等学校实践教学教材系列
21世纪应用型本

工程化程序设计 实验教程



主 编 鞠全勇 张 玉

副主编 金 昊 牟福元 周黎英



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书针对工程化程序设计课内实验环节以及建筑电气与智能化实验教学示范中心基于 LonWorks 总线的楼宇自动控制创新型实践教学平台设计出分项训练项目开发内容指导。主要包括两大类分项训练内容的开发、研究:第一大类:基础性分项训练内容:包括以下几个子系统基础性实验项目开发① 照明系统;② 给排水系统;③ 暖风空调系统;④ 电梯群控系统;⑤ 楼控各系统集成方案。第二大类:综合性设计性分项训练内容:包括两大类① 项目组成员根据基础性分项训练内容的研究结果,提出工程应用的实际场景,并使得该项内容的实践训练更加行之有效;② 提出前瞻性的工程项目背景,结合绿色、节能等主题,利用现有的研究结果和研究手段,设计出代表先进技术的训练项目。打破常规实验指导书按步骤做指导的思路,将必要的方法论和简单用例提供给学生,提出工程化的需求分析方案,让学生能够通过指导达到自己设计、自己实现、自己调试的目的,与毕业设计、工程实习接轨。

图书在版编目(CIP)数据

工程化程序设计实验教程 / 鞠全勇, 张玉主编. —
上海: 上海交通大学出版社, 2015
ISBN 978-7-313-13653-4

I. ①工… II. ①鞠…②张… III. ①智能建筑—自
动化系统—系统设计—教材 IV. ①TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 211258 号

工程化程序设计实验教程

主 编: 鞠全勇 张 玉

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 常熟市文化印刷有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

字 数: 179 千字

版 次: 2015 年 9 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-13653-4/TU

定 价: 29.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 8

印 次: 2015 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512-52219025

前 言

本书是根据高等院校建筑电气与智能化专业教学计划和教学大纲编写的。本书作为介绍建筑电气与智能化专业核心课程《工程化程序设计实验》的教材,已经通过部分高校四届本科毕业班学生的内部使用,效果良好。学生在实验过程中根据教材内容的指导能掌握一整套基于 LonWorks 总线技术的楼宇自控方案,充分发挥建筑电气与智能化实验中心的开放性实验平台的优越性,不仅可以在课内完成训练内容,还可以在课外时间拓展学习,与诸多高校目前配备的开放式实验教学管理平台相适应,并能与大学生实践创新训练项目和全国各类专业学科竞赛内容相匹配。《工程化程序设计实验》课程作为建筑电气与智能化专业大四学生的专业课开设,受到学生的好评,并获得校级优秀课程立项建设。

本书提供《工程化程序设计》课内实验 24 学时,前六章主要介绍课内需要完成的 6 个基本实验项目的设计要求及课外拓展性实验引导;第七章主要介绍完成该实验所需要的关键方法和关键技术介绍;第八章对完成本教材拓展性实验环节需要的软件管理平台做一简要介绍。通过本教材,使学生能充分掌握金陵科技学院与创协公司联合研制的照明与供配电系统教学实训装置;给排水自动控制系统教学实验平台;温、湿度集成控制实验教学装置;智能电梯群控系统综合实训平台;建筑灯光集中群控综合实训平台等设备的使用方法和智能建筑楼宇自动控制系统的设计实现方法,并能为学生的课程设计、毕业设计以及工程实训提供帮助。

本书针对工程化程序设计课内实验环节以及建筑电气与智能化实验教学示范中心基于 LonWorks 总线的楼宇自动控制创新型实践教学平台设计出分项训练项目开发内容指导。主要包括两大类分项训练内容的开发、研究:第一大类:基础性分项训练内容:包括以下几个子系统基础性实验项目开发:① 照明系统;② 给排水系统;③ 暖风空调系统;④ 电梯群控系统;⑤ 楼控各子系统集成方案。第二大类:综合性设计性分项训练内容:

包括两大类：① 项目组成员根据基础性分项训练内容的研究结果，提出工程应用的实际场景，并使得该项内容的实践训练更加行之有效；② 提出前瞻性的工程项目背景，结合绿色、节能等主题，利用现有的研究结果和研究手段，设计出代表先进技术的训练项目。打破常规实验指导书按步骤做指导的思路，将必要的方法论和简单用例提供给学生，提出工程化的需求分析方案，让学生能够通过指导达到自己设计、自己实现、自己调试的目的，与毕业设计、工程实习接轨。

本书由在教学、工程实习第一线多年从事建筑电气与智能化专业《工程实习》教学，课堂教学和实践实训教学经验丰富的教师执笔编写。第一章由鞠全勇编写，第二章由金昊编写，第三章由牟福元编写，第四章、第五章、第六章和第七章由张玉编写，第八章由周黎英编写。全书由张玉统稿。

本书主要作为本科院校建筑电气与智能化、电气工程及其自动化及其相关专业学生用书和教师教学参考书，也可供成人高校、电大、夜大、高职高专等不同层次建筑电气相关专业作为教材或参考书使用。

由于编者编写水平有限，对书中存在的不当和错误之处，恳请使用本书的教师和广大读者提出宝贵意见和建议，以便加以完善，在此表示谢意。也对编写本书给予我们支持和帮助的众位老师、南京创协科技有限公司相关技术人员以及金陵科技学院建筑电气与智能化专业本科毕业生 2012 届张学海同学、吴玉杰同学、2013 届陈建东同学、2014 届刘国举同学、2015 届陶少俊同学、田爱刚同学一并表示感谢。

编 者

2015 年 7 月

实验须知

1) 每个同学必须按任课教师的要求,预先分组在规定时间内及时进入实验室进行规定实验。

2) 爱护公共财产及实验室设备,未经教师允可不得随便动用与本实验无关的设备仪器。

3) 每次实验前必须做好充分准备,弄清实验要求、目的、内容以及步骤。理解实验的基本原理。实验前每个学生必须认真回答教师提出的与本实验相关的问题。对必须预习才能进行实验的项目,教师有权对未预习的学生做出实验停做,缓做的决定。

4) 实验完毕,及时整理、清扫实验现场,按数交回实验设备及工具。经教师或实验室工作人员检查同意后方可离去。

5) 试验过程必须认真、大胆、细心。出现异常现象要及时报告。试验过程中,损坏仪器、工具、零件材料等必须及时与任课教师联系,并写出书面损坏过程及程度的报告,由实验教师查证后,视具体情况要求相关学生做出相应赔偿,事故检查,正常报废等处理方案。

6) 基础性实验项目在课内实验学时完成,拓展性实验项目在自主学习时间完成。实验报告内容应包括基础性实验项目的完成情况记录和课后思考题解答。

7) 特别提醒:由于本课程中实验所使用到的仪器都是精密仪器,所以请同学们要小心使用,尤其不要擅自更改实验平台里面的连线,以免发生意外。

8) 注意:当连接 Lon 总线时,须将两根 Lon 线均匀对绞,无须区分极性。

9) 实验完毕,请对所创建的设备点击右键,选择菜单中的 delete 操作,并观察 credits 的变化情况。

目 录

第一章	公共照明控制系统	1
第二章	给排水自动控制及远程抄表系统	16
第三章	温度与湿度控制系统	24
第四章	电梯群控系统	35
第五章	智能照明控制系统	42
第六章	智能建筑系统集成	46
第七章	工程化软件实现方法	48
第八章	开放性实验管理平台	114

第一章 公共照明控制系统

一、实验简介

在智能建筑中,电气照明是衡量向人们提供一个安全、高效、舒适、便利的建筑环境的一项重要指标。智能建筑中,照明系统的用电量仅次于空调系统。如何既保证照明质量又节约能源,不仅是照明控制的主要内容,也是智能建筑设备自动化系统(BAS)运行管理的一个重要组成部分。

本实验以建筑电气与智能化实验中心现有的实验装置为基础,以 Lon 总线控制网络为实验平台,重点掌握绿色智能建筑公共照明控制系统的基本原理和设计实现的方法。

二、实验目的

- 1) 了解 LonWorks 技术原理。
- 2) 掌握基于 LonWorks 技术照明与供配电系统的工作原理。
- 3) 掌握基于 LonWorks 技术照明与供配电系统的安装与连接,能够独立构建照明与供配电系统。
- 4) 掌握使用 LonMaker 对照明与供配电系统进行组网。
- 5) 掌握使用 InTouch 的图形化编程工具进行用户界面的设计实现方法。
- 6) 结合案例进行绿色智能建筑公共照明控制系统的方案设计,并进行方案比对。

三、实验设备

- 1) 本实验采用南京创协科技有限公司与金陵科技学院联合研制的灯光智能控制 CXT-SS100-HZ 实验台装置,该设备是一种基于 LonWorks 技术的现场总线综合实验教学装置(见图 1-1),集成照明与供配电控制子系统以及消防应急疏散指挥子系统。
- 2) 工控机 1 台。
- 3) U10 USB 网络接口卡 1 个。

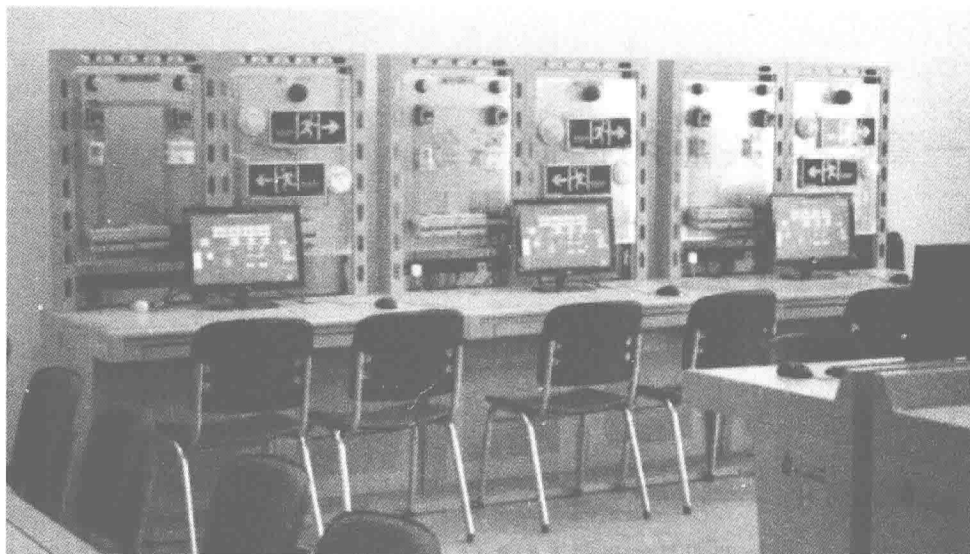


图 1-1 CXT-SS100-HZ 实验台

四、实验原理

实验装置见图 1-2。

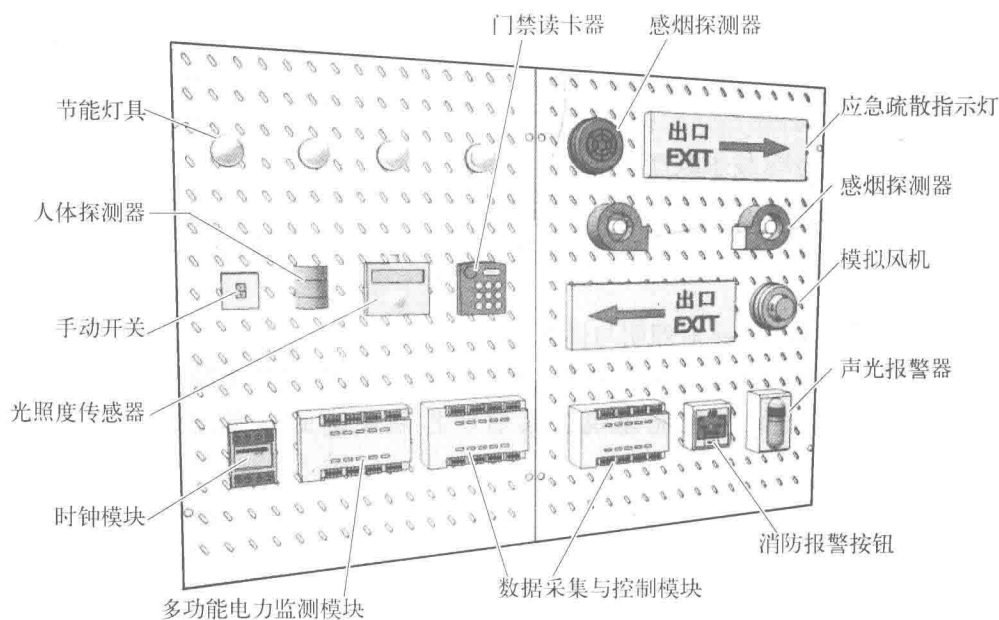


图 1-2 CXT-SS100-HZ 实验台装置图

基于 LonWorks 技术的照明与供配电系统教学实训装置(包括网孔板),网孔板上安装有光照度传感器、人体探测器、手动开关、灯与时钟模块、AI/AO 模拟量输入输出模块、DI/DO 数字量输入输出模块和多功能电力监测表,光照度传感器和 AI/AO 模拟量输入

输出模块相连,人体探测器及手动开关均与 DI/DO 数字量输入输出模块相连,灯与 AI/AO 模拟量输入输出模块均与 DI/DO 数字量输入输出模块相连,时钟模块、AI/AO 模拟量输入输出模块、DI/DO 数字量输入输出模块与多功能电力监测表均通过 LonWorks 网络与照明与供配电上位机相连。

通过 PC 机上面的人机界面,可以更加直观地了解灯光智能控制系统的监控过程。其组成框图如图 1-3 所示。

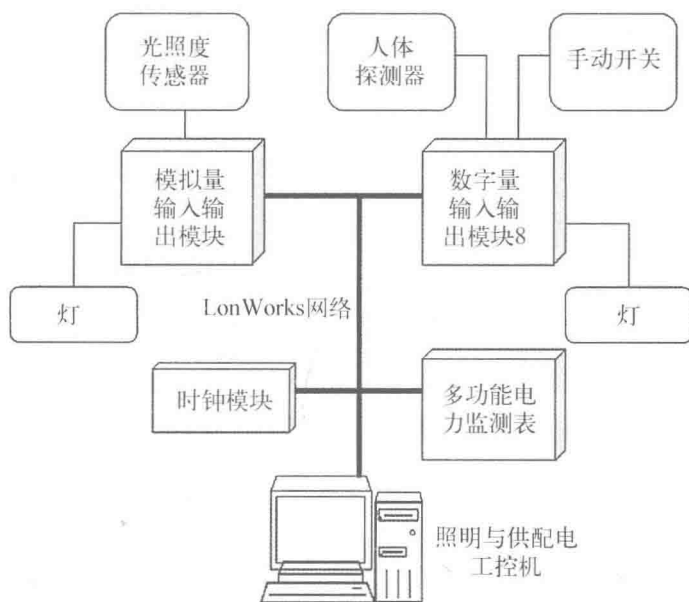


图 1-3 照明与供配电系统组成框图

照明与供配电控制子系统包含照度控制、定时控制、门禁控制、人体检测控制、手动控制及电能质量在线监测等系统实物模型,其装置主要由标准机架式网孔板、节能灯具、光照度传感器、门禁读卡器、人体探测器、手动开关、时钟模块、数据采集与控制模块、多功能电力监测模块等构成。消防应急疏散指挥子系统包含感烟、感温探测、风机控制、应急疏散指示灯控制系统等实物模型,其装置主要由标准机架式网孔板、温度传感器、烟感探测器、消防报警按钮、声光报警器、模拟风机、应急疏散指示标志以及数据采集与控制模块等构成。

该系统装置融合了传感技术、自动化控制技术和总线通信技术,利用组态设计开发、编程,可实现本地或远程监控主机对系统装置内所有监控终端实时在线监测和对执行机构进行手动或自动综合控制,真实模拟楼宇内各系统的智能化综合控制处理过程。

五、基础性实验项目

- 1) 智能建筑总线控制系统认知实验。
- 2) 智能建筑总线控制系统及常用设备安装与调试实训。

- 3) 智能灯光系统组态控制设计综合实验。
- 4) 照明与消防联动组态集成控制设计综合实验。

5) 设计人机交互界面如图 1-4 所示,实现如下灯光控制和能耗监测功能: AI/AO 模拟量输入输出模块可以实时采集到光照度传感器的照度信号,同时也将采集到的信号传输至 LonWorks 控制网络上, AI/AO 模拟量输入输出模块与 DI/DO 数字量输入输出模块从 LonWorks 网络上读取的信息,控制灯的开关以及照度的变化;手动开关连接至 DI/DO 数字量输入输出模块,可直接控制灯的开关;多功能电力监测表接入照明供电回路,实时监测供电回路的电压、电流、有功功率、无功功率以及用电量,并将监测到的信息传输至 LonWorks 网络,供系统分析。

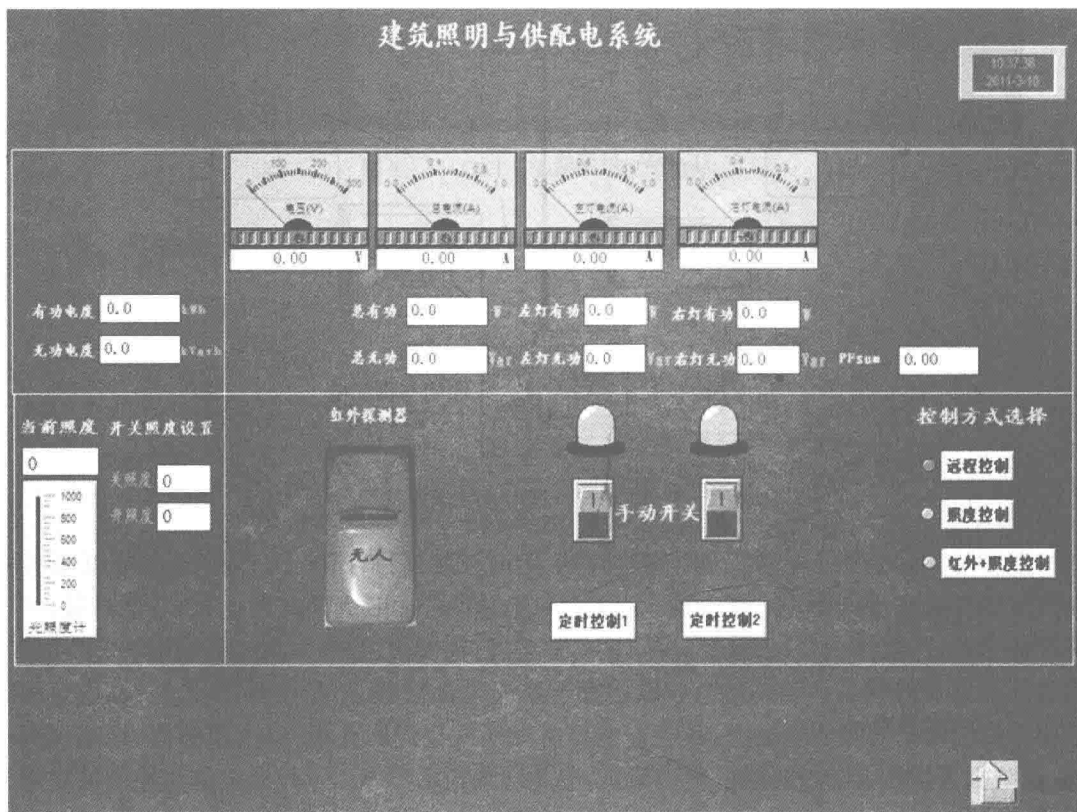


图 1-4 照明与供电远程控制人机交互界面图

系统运行中同时可实现对供电回路的电能质量检测(包括电压、电流、有用功、无用功、总功率等),提供图形输出、报表统计输出功能,可为系统用电提供有力的分析依据。时钟模块连接至 LonWorks 网络,提供时钟定时控制功能,可设置多种定时输出模式并输出至 LonWorks 控制网络,模拟量输入输出模块与 DI/DO 数字量输入输出模块从 LonWorks 网络上读取到定时控制信号时,同时控制灯的开关及照度的变化;定时器设计界面如图 1-5 所示。

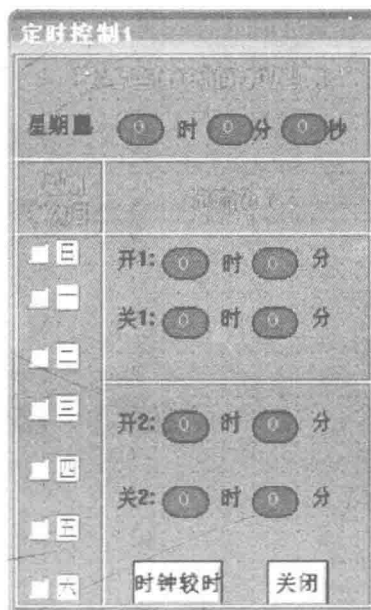


图 1-5 定时器

六、拓展性实验项目

1) 可根据多条件混合输入控制实现灯的智能化控制。控制举例如下: LonWorks 网络实时判断光照度传感器感测的当前照度值是否满足照度条件,当人体探测器输出人体触发信号,且当前照度已满足照度要求时,则不打开灯或打开部分灯。

2) 设计用户界面实现以下几种控制方式:

(1) 远程控制。通过对 4DI4DO 模块中 `nvi_control_m` 变量的控制来实现控制方式。当 `nvi_control_m=0` 时,为远程控制方式。此时只能通过网络给 `nvi_DO1_c~nvi_DO4_c` (本实验只用到 DO1, DO2 两个) 四个输入网络变量发送数据来控制 DO1~DO4 四个开关量输出的分、合。

(2) 照度控制。通过对 4DI4DO 模块中 `nvi_control_m` 变量的控制来实现控制方式。当 `nvi_control_m=1` 时,为照度/远程控制方式。此时,如果从输入网络变量获得的照度值 $<$ 照度低门限,则同时打开左灯(DO1)和右灯(DO2);如果获得的照度值 $>$ 照度高门限,则同时关闭左灯和右灯。也可通过网络给 `nvi_DO1_c~nvi_DO1_c` 四个输入网络变量发送数据来控制 DO1~DO4 四个开关量输出的分、合。

(3) 定时控制。通过对 4DI4DO 模块中 `nvi_control_m` 变量的控制来实现控制方式。当 `nvi_control_m=2` 时,为(红外感应+照度)/远程控制方式。此时,如果红外传感器的干触点输出闭合且照度值 $<$ 照度低门限,则打开左灯;如果红外传感器的干触点输出断开,则关闭左灯。也可通过网络给 `nvi_DO1_c~nvi_DO1_c` 四个输入网络变量发送数据来控制 DO1~DO4 四个开关量输出的分、合。

(4) 联动控制。设计人体感应控制、门禁控制、感烟联动报警控制、感温联动报警控制、报警按钮联动报警控制等联动控制方式界面如图 1-6 所示。根据灾害发生与发展的

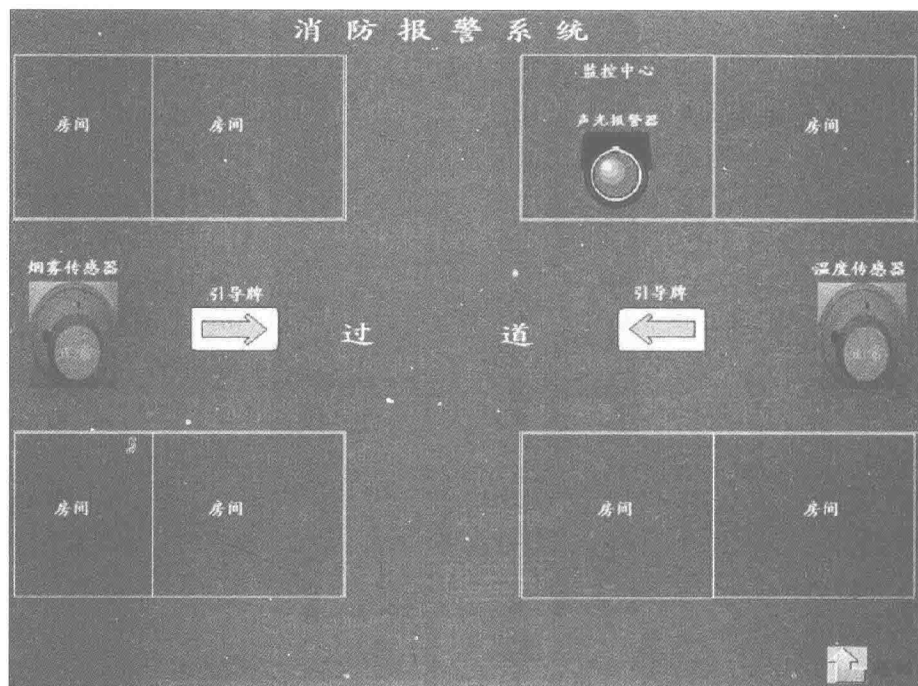


图 1-6 消防应急疏散及联动控制界面图

突然性、随机性和不可预知性的特点,系统能根据现场灾情,动态地模拟人员疏散方向和避险位置;设计火灾报警数据统计功能,对事后灾情分析提供有力依据。

3) 绿色智能建筑节能计耗方案设计:通过对建筑使用此系统前后用电量的比较,可以得出此照明控制系统的节能效果。(系统是否因为采用此方案而减少了不必要的浪费,如:达到照度要求后的照明,因遗忘而持续的照明)控制流程如图 1-7 所示:

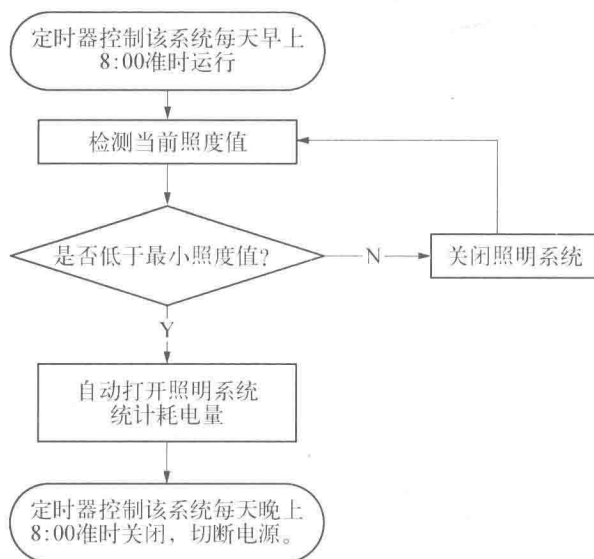


图 1-7 照明系统节能计耗方案控制流程图

七、本实验需查阅的方法提示

1) LonMaker 实现部分: 组网步骤和方法请参考第七章第 2 节 LonMaker 组网方法介绍, 完成以下网络拓扑, 如图 1-8 所示。

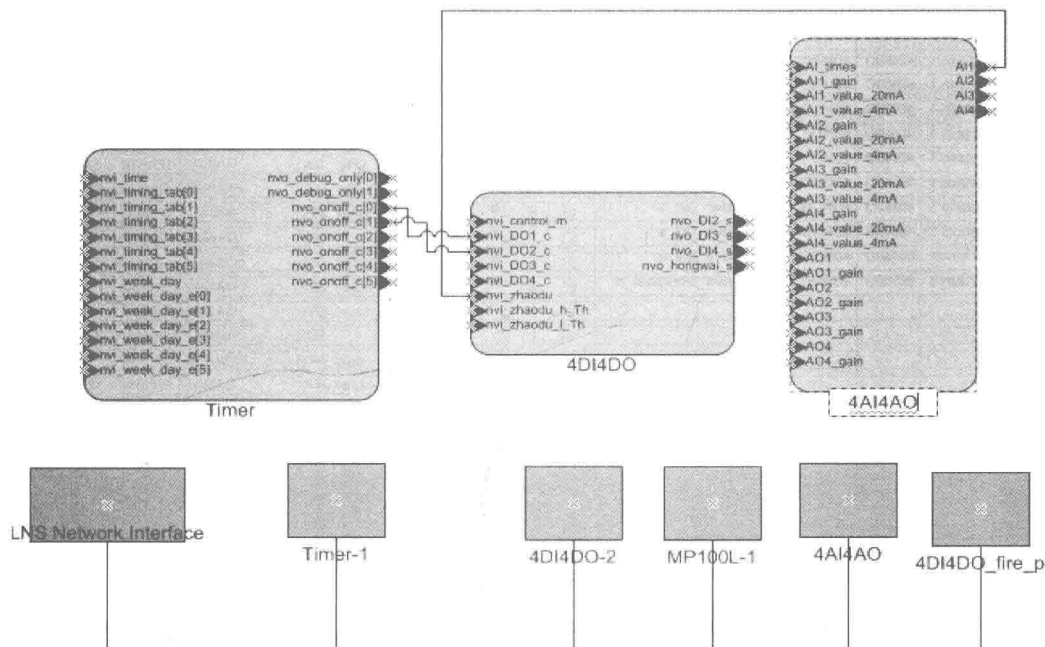


图 1-8 网络拓扑

2) 网络变量说明: 使用 LonMaker Browser 方法查看每个模块的网络变量状态值, 确认模块工作正常后再进行用户界面开发。

(1) 4DI4DO 模块(图 1-9)

nvi_DO1_c: 左灯开关。

nvi_DO2_c: 右灯开关。

nvi_DO3_c: 留空, 作二次开发用。

nvi_DO4_c: 留空, 作二次开发用。

nvi_zhaodu: 即时照度值。

nvi_control_m:

当 $nvi_control_m = 0$ 时, 为远程控制方式。此时只能通过网络给 $nvi_DO1_c \sim nvi_DO4_c$ 四个输入网络变量发送数据来控制 DO1~DO4 四个开关量输出的分、合。

当 $nvi_control_m = 1$ 时, 为照度/远程控制方式。此时, 如果从输入网络变量获得的照度值 $<$ 照度低门限, 则同时打开左灯(DO1)和右灯(DO2); 如果获得的照度值 $>$ 照度高门限, 则同时关闭左灯和右灯。也可通过网络给 $nvi_DO1_c \sim nvi_DO1_c$ 四个输入网络变量发送数据来控制 DO1~DO4 四个开关量输出的分、合。

当 $nvi_control_m = 2$ 时, 为(红外感应+照度)/远程控制方式。此时, 如果红外传感

[illegible]

图 1-9 4DI4DO 模块

器的干触点输出闭合且照度值 $\leq$ 照度低门限,则打开左灯;如果红外传感器的干触点输出断开,则关闭左灯。也可通过网络给 nvi_DO1_c~nvi_DO1_c 四个输入网络变量发送数据来控制 DO1~DO4 四个开关量输出的分、合。

nvi zhaodu h Th: 照度高门限(关照度)。

nvi_zhaodu_l_Th: 照度低门限(开照度)。

nvo_DI2_s: 留空,作二次开发用。

nvo_DI3_s: 留空,作二次开发用。

nvo_DI4_s: 留空,作二次开发用。

nvo_hongwai_s: 红外传感器状态(0 表示“无人”;1 表示“有人”)。

(2) 4AI4AO 模块(图 1-10)

AI_times: 采集 AI_times 次后, 去掉最大值和最小值之后求平均值为 AI 值, $3 \leq \text{AI_times} \leq 30$ 。

AI1_gain : 模拟量输入 1 的增益,用于修正模拟量输入 1 的测量值。

AI1_value_4mA: AI1 为 4 mA(0~20 mA 或 4~20 mA)或 0.96 V 或 1.92 V(0~10 V)时对应的输入模拟量的值。

AI1_value_20mA: AI1 为 20 mA(0~20 mA 或 4~20 mA)或 4.8 V(0~5 V)或 9.6 V(0~10 V)时对应的输入模拟量的值。

(3) MP100 模块(图 1-11)

nviCT: 留空,作二次开发用。

LonMaker Browser - Untitled

File Edit Browse Help

8

Subsystem	Device	Functional Block	Network Variable	Config Prop	Mon	Value
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI_times		N	8
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI1		N	129.771
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI1_gain		N	1
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI1_value_20mA		N	1000
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI1_value_4mA		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI2		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI2_gain		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI2_value_20mA		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI2_value_4mA		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI3		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI3_gain		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI3_value_20mA		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI3_value_4mA		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI4		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI4_gain		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI4_value_20mA		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AI4_value_4mA		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AO1		N	0
Subsystem 1	4AI4AO	4AI4AO	AO1_gain		N	0

该值为照度补偿系数，所得的照度值乘以该系数后得最终显示值

Ready

图 1-10 4AI4AO 模块

LonMaker Browser - Untitled

File Edit Browse Help

1

Subsystem	Device	Functional Block	Network Variable	Config Prop	Mon	Value
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nviCT		N	1
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nviPT		N	1
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoEPsum		N	2.1
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoEQsum		N	1.1
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoLa		N	0.0739806
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoIb		N	0.00638729
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoIc		N	0.00737448
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoPa		N	4.92692
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoPb		N	0
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoPc		N	0
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoPFa		N	0.514496
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoPFb		N	1
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoPFc		N	1
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoQa		N	9.27722
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoQb		N	0
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoQc		N	0
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoIa		N	225.178
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoIb		N	225.846
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	nvoIc		N	225.484
Subsystem 1	MP100	Virtual Functional Block	password		N	0,0,0,0

Ready

图 1-11 MP100 模块

- nviPT: 留空,作二次开发用。
- password: 留空,作二次开发用。
- nvoEPsum: 总有功电度。
- nvoEQsum: 总无功电度。
- nvola: 总电流。
- nvoltb: 右灯电流。
- nvoltc: 左灯电流。
- nvoPa: 总有功。
- nvoPb: 右灯有功。
- nvoPc: 左灯有功。
- nvoQa: 总无功。
- nvoQb: 右灯无功。
- nvoQc: 左灯无功。
- nvoPFa: 相功率因数。
- nvoUa: 电压。

表 1-1 电力测量数据(三相电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、有功电量、无功电量等)

变量名称	说 明	数 值 范 围	数 据 类 型
nvoUa	A 相电压	0~380 V	SNVT_volt_f
nvoUb	B 相电压	0~380 V	SNVT_volt_f
nvoUc	C 相电压	0~380 V	SNVT_volt_f
nvoIa	A 相电流	0~5 A	SNVT_amp_f
nvoIb	B 相电流	0~5 A	SNVT_amp_f
nvoIc	C 相电流	0~5 A	SNVT_amp_f
nvoPa	A 相有功功率	0~2 000 W	SNVT_power_f
nvoPb	B 相有功功率	0~2 000 W	SNVT_power_f
nvoPc	C 相有功功率	0~2 000 W	SNVT_power_f
nvoPsum	总有功电能	0~3. 402 82E38 kwh	SNVT_power_f
nvoQa	A 相无功功率	0~2 000 W	SNVT_power_f
nvoQb	B 相无功功率	0~2 000 W	SNVT_power_f
nvoQc	C 相无功功率	0~2 000 W	SNVT_power_f
nvoQsum	总无功电能	0~3. 402 82E38 kwh	SNVT_power_f
nvoPFa	A 相功率因数	0~1. 000	SNVT_pwr_fact_f
nvoPFb	B 相功率因数	0~1. 000	SNVT_pwr_fact_f
nvoPFc	C 相功率因数	0~1. 000	SNVT_pwr_fact_f