

目 录

1、设计任务	1
1.1 课程设计任务.....	1
1.2 课程设计目的.....	1
1.3 课程设计要求.....	1
2、设计方案	2
2.1 LED 轨迹设计.....	2
2.2 三组灯组的转换.....	2
3、I/O 分配表，PLC 外部接线图，程序中使用的元件及功能表.....	3
3.1 舞台灯的发展.....	3
3.4 三菱 FX2N 系列可编程控制器简介.....	5
3.5 按钮	9
3.6 转换开关	10
3.7 LED 灯的介绍.....	12
3.8 编程软件介绍.....	13
3.9 组态王软件	14
3.10 I/O 分配表.....	15
3.11 PLC 外部接线图.....	17
4、梯形图或指令表清单.....	18
5、组态王监控画面及其设置.....	20
6、调试、运行及其结果.....	21
7、小结	22
8、参考文献	23
9、附录	24

1、设计任务

1.1 课程设计任务

本课题要求设计一个霓虹灯控制系统，具体指标是：

使用实验台上的输出接口单元模块（如下图 1 所示），自行设计 3 种醒目有趣的霓虹灯显示方式，各种显示方式由转换开关进行切换。显示方式切换时，所有灯全部熄灭，按动启动按钮，就开始按照设计的方式显示，按动停止按钮则全部熄灭。

1.2 课程设计目的

1. 通过本次课程设计掌握：
2. GX Developer 编程软件的使用方法和梯形图、SFC 图编程语言的运用；
3. 实际程序的设计及实现方法；
4. 程序的调试和运行操作技术。
5. 从而提高我们对 PLC 控制系统的设计和调试能力。

1.3 课程设计要求

采用状态转移图 SFC 图或经验设计法设计 PLC 控制程序。

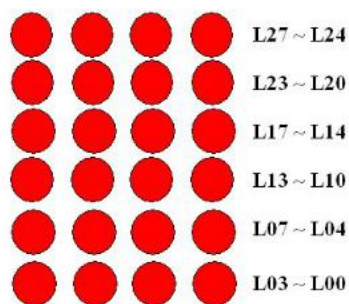


图 1-1 输出接口单元模块

运用已学的知识，设计的三种显示方式。使得 24 盏灯按照程序的设计进行有趣的显示。

2、设计方案

2.1 LED 轨迹设计

方案一：

L03 → L02 L07→ L01 L06 L13 → L00 L05 L12 L17 → L04 L11 L16 L23 →L10
L15 L22 L27→L14 L21 L26→L20 L25 →L24

方案二：

L00 至 L27 依次点亮，再从 L00 至 L27 依次熄灭，往复循环。

方案三：

L00 至 L27 中偶数位的灯与奇数位的灯交替闪烁。

2.2 三组灯组的转换

通过按钮、转换开关与程序的合理组合，不仅完成了任务书的要求，还可以进行带电直接进行模式的切换。

3、I/O 分配表，PLC 外部接线图，程序中使用的元件及功能表

3.1 舞台灯的发展

随着科学技术的发展以及人民生活水平的提高，在现代生活中，彩灯作为一种装饰，既可以增强人们的感观，起到广告宣传的作用，又可以增添节日气氛，为人们的生活增添亮丽，用在舞台上增强晚会灯光效果。随着电子技术的发展，应用系统向着小型化、快速化、大容量、重量轻的方向发展 PLC 技术的应用引起电子产品及系统开发的革命性变革。语言作为可编程逻辑器件的标准语言描述能力强，覆盖面广，抽象能力强，在实际应用中越来越广泛。在这个阶段，人们开始追求贯彻整个系统设计的自动化，可以从繁重的设计工作中彻底解脱出来，把精力集中在创造性的方案与概念构思上，从而可以提高设计效率，缩短产品的研制周期。整个过程通过 EDA 工具自动完成，大大减轻了设计人员的工作强度，提高了设计质量，减少了出错的机会。本论文设计了一个舞台灯系统，它多用于酒吧，舞台的闪烁灯。系统采用可编程控制器（PLC）做控制，采用工业通用组态软件——“组态王”设计控制界面，并最终完成直观方便的控制效果。

3.2 可编程器

3.2.1 可编程器介绍

可编程控制器，简称 PLC (Programmable logic Controller)，是指以计算机技术为基础的新型工业控制装置。“PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置”。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。

虽然 PLC 问世时间不长，但是随着微处理器的出现，大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术的不断进步，PLC 也迅速发展，其发展过程大致分为三大阶段：

早期的 PLC (20 世纪 60 年代末到 70 年代中期)。早期的 PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 多少有点继电器控制装置的替代物的含义，其主要功能只

是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时控制等。

3.2.2 PLC 的发展

中期的 PLC 发展（20 世纪 70 年代中期到 80 年代中、后期）。在 70 年代，微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元（CPU）。

近期的 PLC（20 世纪 80 年代中、后期至今）。进入 80 年代中、后期，由于超大规模集成电路技术的迅速发展，微处理器的市场价格大幅度下跌，使得各种类型的 PLC 所采用的微处理器的档次普遍提高。而且，为了进一步提高 PLC 的处理速度，各制造厂商还纷纷研制开发了专用逻辑处理芯片。这样使得 PLC 软、硬件功能发生了巨大变化。

3.2.3 PLC 的特点：

1. 可靠性高。PLC 的 MTBF 一般在 40000~50000h 以上，有的在 10-20 万 h，且均有完善的自诊断功能。
2. 结构形式多样，模块化组合灵活。有固定式适于小型系统或机床，组合式适于集控系统。最少的 PLC 只有 6 点，而 AB 的 ControlLogix 系统的容量达 128000 点。
3. 功能强大。PLC 发展到今天，已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品。可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外，现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力，可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展，使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。
4. 编程方便。控制具有极大灵活性。PLC 作为通用工业控制计算机，是面向工矿企业的工控设备。它接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受。梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，只用 PLC 的少量开关量逻辑控制指令就可以方便地实现继电器电路的功能。为不熟悉电子电路、不懂计算机原理和汇编语言的人使用计算机从事工业控制打开了方便之门。

5. 适应工业环境。适应高温、振动、冲击和粉尘等恶劣环境以及电磁干扰环境。
6. 安装、维修简单。与 DCS 相比，价格低。PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备外部的接线，使控制系统设计及建造的周期大为缩短，同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备经过改变程序改变生产过程成为可能。这很适合多品种、小批量的生产场合。
7. 当前 PLC 产品紧跟现场总线的发展潮流。

3.4 三菱 FX2N 系列可编程控制器简介

3.4.1 FX 系列介绍

FX 系列 PLC 拥有无以匹及的速度，高级的功能逻辑选件以及定位控制等特点；FX2N 是从 16 路到 256 路输入/输出的多种应用的选择方案；FX2N 系列是小型化，高速度，高性能和所有方便都是相当于 FX 系列中最高档次的超小形程序装置。除输入出 16-25 点的独立用途外，还可以适用于在多个基本组件间的连接，模拟控制，定位控制等。

特殊用途，是一套可以满足多样化广泛需要的 PLC。

在基本单元上连接扩展单元或扩展模块，可进行 16-256 点的灵活输入输出组合。可选用 16/32/48/64/80/128 点的主机，可以采用最小 8 点的扩展模块进行扩展。可根据电源及输出形式，自由选择。程序容量：内置 800 步 RAM（可输入注释）可使用存储盒，最大可扩充至 16K 步。丰富的软元件应用指令中有多个可使用的简单指令、高速处理指令、输入过滤常数可变，中断输入处理，直接输出等。便利指令数字开关的数据读取，16 位数据的读取，矩阵输入的读取，7 段显示器输出等。数据处理、数据检索、数据排列、三角函数运算、平方根、浮点小数运算等。特殊用途、脉冲输出（20KHZ/DC5V，KHZ/DC12V-24V），脉宽调制，PID 控制指令等。外部设备相互通信，串行数据传送，ASCII code 印刷，HEX ASCII 变换，校验码等。计时控制内置时钟的数据比较、加法、减法、读出、写入等。



3-1 三菱 PLC- FX2N

3.4.2 FX2N 性能规格

表1 FX2N 性能规格

项目	规格	备注	
运转控制方式	通过储存的程序周期运转		
I/O 控制方法	批次处理方法(当执行 END 指令时)	I/O 指令可以刷新	
运转处理时间	基本指令: 0.8μs/指令		
编程语言	逻辑梯形图和指令清单	使用步进梯形图能生成 SFC 类型程序	
程式容量	8000 步内置	使用附加寄存盒可扩展到 16000 步	
指令数目	基本顺序指令: 27 步进梯形指令: 2 应用指令: 128	最大可用 298 条应用指令	
I/O 配置	最大硬体 I/O 配置点 256, 依赖于用户的选择(最大软件可设定地址输入 256)		
辅助继电器 (M 线圈)	一般	500 点	M0 至 M499
	锁定	2572 点	M500 至 M3071
	特殊	256 点	M8000 至 M8255
状态继电器 (S 线圈)	一般	490 点	S0 至 S499
	锁定	400 点	S500 至 S899
	初始	10 点	S0 至 S9
	信号报警器	100 点	S900 至 S999
定时器 (T)	100 毫秒	范围: 0 至 3276.7 秒 200 点	T0 至 T199

	10 毫秒	范围：0 至 327.67 秒 46 点	T200 至 T245
	1 毫秒保持型	范围：0 至 32.767 秒 4 点	T246 至 T249
	100 毫秒	范围：0 至 3276.7 秒 6 点	T250 至 T255
计数器 (C)	一般 16 位	范围：0 至 32767 数 200 点	C0 至 C199 类型：16 位上计数器
	锁定 16 位	100 点 (子系统)	C100 至 C199 类型：16 位上计数器
	一般 32 位	15 点	C200 至 C219 类型：16 位上/下计数器
	锁定 32 位	15 点	C220 至 C234 类型：16 位上/下计数器
高速计数器 (C)	单相	范围：-2147483648 至+2147483647 数 一般规则：选择组合 计数频率不大于 20KHz 的计数器组合 注意所有的计数器 锁定	C235 至 C240 6 点
	单相 c/w 起始 停止输入		C241 至 C245 5 点
	双相		C246 至 C250 5 点
	A/B 相		C251 至 C255 5 点
数据寄存器 (D)	一般	200 点	D0 至 D199：32 位元件的 16 位数据存储寄存器对
	锁定	7800 点	D200 至 D7999：32 位元件的 16 位数据存储寄存器
	文件寄存器	7000 点	D1000 至 D7999 通过 14 块 500 程式步的参数设置 类型：16 位数据存储寄存器
	特殊	256 点	从 D8000 至 D8255：16 位数据存储寄存器
	变址	16 点	V0 至 V7 以及 Z0 至 Z7：16 位数据存储寄存器
指标 (P)	用于 CALL	128 点	P0 至 P127
	用于中断	6 输入点、3 定时器、 6 计数器	100*至 150*和 16*至 18*(上升触发*=1, 下降触发 *=0, **=
嵌套层次		用于 MC 和 MRC 时 8 点	N0 至 N7
常数	十进位 K	16 位：-32768 至+32768	
		32 位：-2147483648 至+2147483647	

3.4.3 FX2N 扩展模块

FX2N-8EX 扩展单元 带 8 点继电器输入

FX2N-8EYR 扩展单元 8 出 继电器输出

FX2N-8ER 扩展模块 4 入 4 出 继电器输出

FX2N-8EYT 扩展单元 8 出 晶体管输出

FX2N-48ER 扩展单元 带 24 点输入/24 点继电器输出

FX2N-48ET 扩展单元 带 24 点输入/24 点晶体管输出

FX2N-32ER 扩展单元 带 16 点输入/16 点继电器输出

FX2N-32ET 扩展单元 带 16 点输入/16 点晶体管输出

FX2N-16EX 扩展单元 带 16 点输入

FX2N-16EYR 扩展模块 16 输出 继电器输出

FX2N-16EYT 扩展模块 16 输出 晶体管输出

FX2NC-32EX ， -32EYT ， FX2NC-16EX ， FX2NC-16EYT ， FX2NC-16EYR-T ，
FX2NC-16EX-T ， FX2N-CNV-BD ， FX0N MODULE ， TRANSFORM UNIT ， FX2N-CNV-BC
EXTENSION CABLE CONVERTOR ， FX2N-CNV-IF EXTENSION CABLE CONVERTOR (FX2 TO
FX2N) ， FX2N-8AV-BD MANUALLY ADJUSTABLE POTENTIOMETER INPUT BOARDS ，
FX2N-232-BD RS-232C 串行口。



3-2 扩展模块图

3.5 按钮

3.5.1 按钮介绍

按钮是一种常用的控制电器元件，常用来接通或断开‘控制电路（其中电流很小），从而达到控制电动机或其他电气设备运行目的的一种开关。

3.5.2 按钮分为：

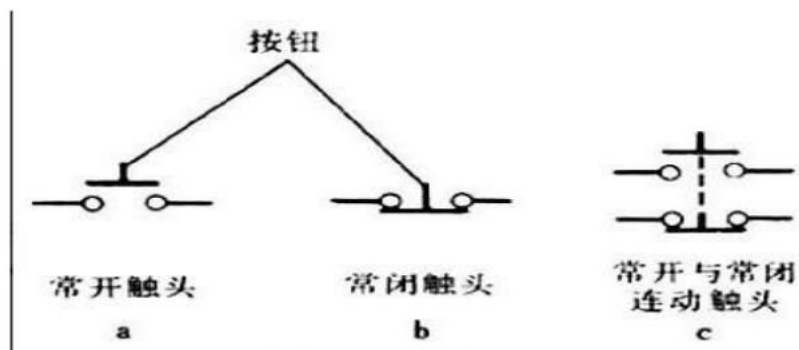
1. 常开按钮——开关触点断开的按钮。
2. 常闭按钮——开关触点接通的按钮。
3. 常开常闭按钮——开关触点既有接通也有断开的按钮。



图 3-3 多种样式按钮

3.5.3 效果工作原理

按钮是一种人工控制的主令电器。主要用来发布操作命令，接通或开断控制电路，控制机械与电气设备的运行。按钮的工作原理很简单

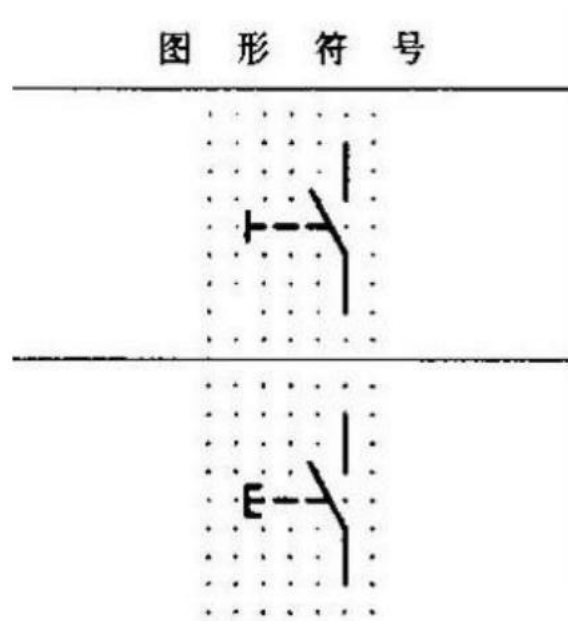


3-4 按钮工作原理示意

对于常开触头（图 a），在按钮未被按下前，电路是断开的，按下按钮后，常开触头被连通，电路也被接通；对于常闭触头（图 b），在按钮未被按下前，触头是闭合的，按下按钮后，触头被断开，电路也被分断。由于控制电路工作的需要，一只按钮还可带有多对同时动作的触头（图 c）。按钮的用途很广，例如车床的起动与停机、正转与反转等；塔式吊车的起动，停止，上升，下降，前、后、左、右、慢速或快速运行等，都需要按钮控制。

3.5.4 组成及电气符号

按钮由按键、动作触头、复位弹簧、按钮盒组成。是一种电气主控元件。电气符号 SB



3-5 按钮（SB）助记符

按钮的种类和作用：常见的按钮主要用作急停按钮，启动按钮，停止按钮，组合按钮（键盘），点动按钮，复位按钮。

3.6 转换开关

一种可供两路或两路以上电源或负载转换用的开关电器。转换开关由多节触头组合而成，在电气设备中，多用于非频繁地接通和分断电路，接通电源和负载，测量三相电压以及控制小容量异步电动机的正反转和星-三角起动等。这些部

件通过螺栓紧固为一个整体。

转换开关又称组合开关，与刀开关的操作不同，它是左右旋转的平面操作。转换开关具有多触点、多转换开关位置、体积小、性能可靠、操作方便、安装灵活等优点，多用于机床电气控制线路中电源的引入开关，起着隔离电源作用，还可作为直接控制小容量异步电动机不频繁起动和停止的控制开关。转换开关同样也有单极、双极和三极。



3-6 多种样式转换开关

3.6.1 工作原理

转换开关的接触系统是由数个装嵌在绝缘壳体内的静触头座和可动支架中的动触头构成。动触头是双断点对接式的触桥，在附有手柄的转轴上，随转轴旋至不同位置使电路接通或断开。定位机构采用滚轮卡棘轮结构，配置不同的限位件，可获得不同档位的开关。转换开关由多层绝缘壳体组装而成，可立体布置，减小了安装面积，结构简单、紧凑，操作安全可靠。转换开关可以按线路的要求组成不同接法的开关，以适应不同电路的要求。在控制和测量系统中，采用转换开关可进行电路的转换。例如电工设备供电电源的倒换，电动机的正反转倒换，测量回路中电压、电流的换相等等。用转换开关代替刀开关使用，不仅可使控制回路或测量回路简化，并能避免操作上的差错，还能够减少使用元件的数量。



3-7 转换开关原理图

3.6.2 转换开关的作用

转换开关可作为电路控制开关、测试设备开关、电动机控制开关和主令控制开关，及电焊机用转换开关等。转换开关一般应用于交流 50HZ，电压至 380V 及以下，直流电压 220V 及以下电路中转换电气控制线路和电气测量仪表。例如常用 LW5/YH2/2 型转换开关常用于转换测量三相电压使用。

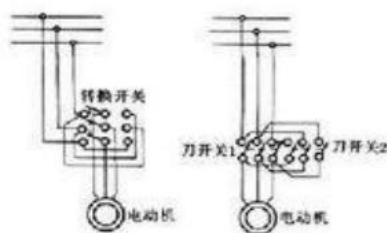


图 2 利用转换开关转换电路的原理接线图

3-8 转换开关示意图

3.6.3 图号例解

转换开关 LW5-16 YH3/3 字母和数字分别表示的是：

LW—万能转换开关的“万能”的反拼音；

5—设计序号；

16—开关触头能承受的额定电流；

Y—电压； H—转换的“换”的拼音首字母；

3—三相； 3—三节。

LW5-16 YH3/3 的意思就是用于电压指示转换相间电压的万能转换开关。

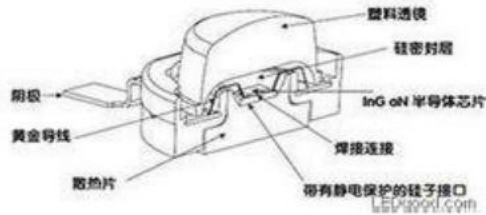
3.7 LED 灯的介绍

LED (Light Emitting Diode)，发光二极管，是一种固态的半导体器件，它可以直接把电能转化为光能。



3-9 LED 灯株

LED 的心脏是一个半导体的晶片，晶片的一端附着 在一个支架上，是负极，另一端连接电源的正极，整个晶片被环氧树脂封装起来。半导体晶片由两部分组成，一部分是 P 型半导体，在它里面空穴占主导地位，另一端是 N 型半导体，在这边主要是电子。但这两种半导体连接起来的时候，它们之间就形成一个“P-N 结”。当电流通过导线作用于这个晶片的时候，电子就会被推向 P 区，在 P 区里电子跟空穴复合，然后就会以光子的形式发出能量，这就是 LED 发光的原理。而光的波长决定光的颜色，是由形成 P-N 结材料决定的。



3-10 贴片 LED

3.8 编程软件介绍

PLC 编程软件 GX Developer 三菱全系列 PLC 程序设计软件，支持梯形图、指令表、SFC、ST 及 FB、Label 语言程序设计，网络参数设定，可进行程序的线上更改、监控及调试，结构化程序的编写（分部程序设计），可制作成标准化程序，在其它同类系统中使用。



3-11 GX Developer 启动界面

3.9 组态王软件

组态王开发监控系统软件，是新型的工业自动控制系统，它以标准的工业计算机软、硬件平台构成的集成系统取代传统的封闭式系统。本次使用的是组态王 kingview6.55。

组态王 kingview6.55 是亚控科技根据当前的自动化技术的发展趋势，面向低端自动化市场及应用，以实现企业一体化为目标开发的一套产品。该产品以搭建战略性工业应用服务平台为目标，集成了对亚控科技自主研发的工业实时数据库（KingHistorian）的支持，可以为企业提供一个对整个生产流程进行数据汇总、分析及管理的有效平台，使企业能够及时有效地获取信息，及时地做出反应，以获得最优化的结果。



3-12 启动组态王安装程序

3.10 I/O 分配表

表 2

输入/输出	电器元件	I/O 地址	作用
输入	启动按钮	X1	启动系统
	停止按钮	X6	停止系统
	转换开关	X2	方式一
	转换开关	X4	方式二
	转换开关	X5	方式三
输出	LED1	Y000	控制 1 号灯
	LED2	Y001	控制 2 号灯
	LED3	Y002	控制 3 号灯
	LED4	Y003	控制 4 号灯
	LED5	Y004	控制 5 号灯
	LED6	Y005	控制 6 号灯
	LED7	Y006	控制 7 号灯
	LED8	Y007	控制 8 号灯
	LED9	Y010	控制 9 号灯
	LED10	Y011	控制 10 号灯
	LED11	Y012	控制 11 号灯
	LED12	Y013	控制 12 号灯
	LED13	Y014	控制 13 号灯

	LED14	Y015	控制 14 号灯
	LED15	Y016	控制 15 号灯
	LED16	Y017	控制 16 号灯
	LED17	Y020	控制 17 号灯
	LED18	Y021	控制 18 号灯
	LED19	Y022	控制 19 号灯
	LED20	Y023	控制 20 号灯
	LED21	Y024	控制 21 号灯
	LED22	Y025	控制 22 号灯
	LED23	Y026	控制 23 号灯
	LED24	Y027	控制 24 号灯

24 盏 LED 灯对应着 24 个 Y 输出端口。由于 X3 端口损坏，所以跳过 X3 端口的选用。

3.11 PLC 外部接线图

PLC 接 220V 电压，对其进行供电。

PLC 的输入端：COM 端口出来接按钮的 COM 端口

PLC 的输出端：LED 灯的 COM 端口出来接 24V 电源的正端，而 PLC 的 COM 口出来接 24V 的负端。

4、梯形图或指令表清单

5、组态王监控画面及其设置

6、调试、运行及其结果

7、小结

本次课程设计是应用三菱 FX2N 系列 PLC 来实现舞台灯自动控制，利用 OB1 的梯形图控制程序设计，通过设定好的程序实现自动控制舞台灯。熟悉和掌握三菱 FX2N 软件系统，首先编写程序，再进行调试，如果调试没有达到目的再校验程序有没有输入错误或者检查程序是否编辑错误，就这样直至程序调试成功。成功以后进行组态画面的建立及调试。

通过这次对彩灯循环点亮的 PLC 控制，让我了解了 PLC 梯形图、指令表、外部接线图有了更好的了解，也让我了解了关于 PLC 设计原理。有很多设计理念来源于实际，从中找出最适合的设计方法。

经过这一阶段的毕业设计，我受益匪浅，不仅锻炼了良好的逻辑思维能力，而且培养了弃而不舍的求学精神和严谨作风。相信这次毕业设计对我今后的工作会有一定的帮助。所以，我很用心的把它完成。在设计中体味艰辛，在艰辛中体味快乐。

虽然本次课程设计是要求自己独立完成，但是，彼此还是脱离不了集体的力量，遇到问题和同学互相讨论交流。多和同学讨论。我们在做课程设计的过程中要不停的讨论问题，这样，我们可以尽可能的统一思想，这样就不会使自己在做的过程中没有方向，并且这样也是为了方便最后设计和在一起。讨论不仅是一些思想的问题，还可以深入的讨论一些技术上的问题，这样可以使自己的处理问题要快一些，少走弯路。多改变自己设计的方法，在设计的过程中最好要不停的改善自己解决问题的方法，这样可以方便自己解决问题。

8、参考文献

- [1] 张凤珊. 电气控制及可编程序控制器. 2版 [M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.
- [2] 《工厂常用电气设备手册》编写组. 工厂常用电气设备手册. 2版 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.
- [3] 马志溪. 电气工程设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [4] 刘增良, 刘国亭. 电气工程 CAD [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [5] 齐占庆, 王振臣. 电气控制技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [6] 史国生. 电气控制与可编程控制器技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [7] 郁汉琪. 电气控制与可编程序控制器应用技术 [M]. 南京: 东南大学出版社, 2003.
- [8] 张万忠. 可编程控制器应用技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [9] 三菱微型可编程控制器手册 [M]. MITSUBISHI SOCIO-TECH, 2003.
- [10] 李道霖. 电气控制与 PLC 原理及应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.

9, 附录