

## 1 引言

当今，红绿灯（红灯亮表示“停止”，绿灯亮表示“通行”）安装在各个道口上，已经成为疏导交通车辆最常见和最有效的手段。

随着社会的发展，人们的消费水平不断的提高，私人车辆不断的增加。人多、车多道路少的道路交通状况已经很明显了。所以采用有效的方法控制交通灯是势在必行的。PLC 的智能控制原则是控制系统的核心，采用 PLC 把东西方向或南北方向的车辆按数量规模进行分档，相应给定的东西方向与南北方向的绿灯时长也按一定的规律分档。这样就可以实现按车流量规模给定绿灯时长，达到最大限度的有车放行，减少十字路口的车辆滞流，缓解交通拥挤、实现最优控制，从而提高了交通控制系统的效率。

近年来随着科技的飞速发展，PLC的应用正在不断地走向深入。同时带动传统控制检测日新月异更新。它具有结构简单、编程方便、可靠性高等优点，已广泛用于工业过程和位置的自动控制中。据统计，可编程控制器是工业自动化装置中应用最多的一种设备。专家认为可编程控制器将成为今后工业控制的主要手段和重要的基础设备之一。

PLC 机器人、CAD/CAM 将成为工业生产的三大支柱。由于 PLC 具有对使用环境适应性强的特性，同时其内部定时器资源十分丰富。可对目前普遍使用的“渐进式”信号灯进行精确控制，特别对多岔路口的控制可方便地实现。因此现在越来越多地将 PLC 应用于交通灯系统中，同时 PLC 本身还具有通讯联网功能，将同一条道路上的信号灯组成一局域网进行统一调度管理可缩短车辆通行等候时间，实现科学化管理。在实时检测和自动控制的 PLC 应用系统中，PLC 往往是作为一个核心部件来使用，仅 PLC 方面知识是不够的。还应根据具体硬件结构以及针对具体应用对象特点的软件结合加以完善。十分形象地显示了 PLC 在交通灯系统中的实际应用。<sup>①</sup>

### 1.1 设计任务与要求

- 1、在十字路口，要求东西方向和南北方向各通行 35s，并周而复始。
- 2、在南北方向通行时，东西方向的红灯亮 35s，而南北方向的绿灯先亮 30s 后再闪 3s 后黄灯亮 2s。
- 3、在东西方向通行时，南北方向的红灯亮 35s，而东西方向的绿灯先亮 30s 后再闪 3s 后黄灯亮 2s。
- 4、要求只用一个控制开关对系统进行启停控制。<sup>②</sup>

### 1.1.1 实用价值与理论意义

交通信号灯的出现，使交通得以有效管制，对于疏导交通流量、提高道路通行能力，减少交通事故有明显效果。为了实现交通道路的管理，力求交通管理先进性、科学化。用可编程控制器实现交通灯管制的控制系统，以及该系统软、硬件设计方法，实验证明该系统实现简单、经济，能够有效地疏导交通，提高道路口的通行能力。分析了现代城市交通控制与管理问题的现状，结合交通的实际情况阐述了交通灯控制系统的工作原理，给出了一种简单实用的城市交通灯控制系统的 PLC 设计方案。可编程序控制器在工业自动化中的地位极为重要，广泛的应用于各个行业。随着科技的发展，可编程控制器的功能日益完善，加上小型化、价格低、可靠性高，在现代工业中的作用更加突出。

### 1.2 所用的方法及其优缺点

电气控制技术是随着科学技术发展，生产工艺不断提出新的要求而不断发展的。电力拖动方式的演变与发展，电力控制的控制方式也由手动控制向自动控制方向发展。而在电气控制技术所发展的三个阶段中 PLC 又因其自身的特点成为自动控制中应用最广泛的控制装置，本文就是针对 PLC 控制十字路口交通灯所做的研究，PLC 相对于继电器系统有以下优势：

- 1、功能强，性能价格比高
- 2、硬件配套齐全，用户使用方便，适应性强
- 3、可靠性高，抗干扰能力强
- 4、系统的设计、安装、调试工作量少
- 5、体积小、编程简单、能耗低
- 6、维修工作量少，维修方便

当然 PLC 控制也有自身的缺点：在控制简单的装置时由于 PLC 没有接触器控制系统有成本优势，而且所以至今仍是机床和其他许多机械设备广泛使用的基本电气控制方式。<sup>③</sup>

## 2 可编程控制器(PLC)

### 2.1 什么是可编程控制器(PLC)

可编程控制器，简称 PLC (Programmable logic Controller )，PLC 是以微处理器为基础，综合了计算机技术、自动控制技术和通讯技术发展而来的一种新型工业控制装

置。PLC的定义有许多种。国际电工委员会（IEC）对 PLC的定义是：一种具有微处理机的数字电子设备，用于自动化控制的数字逻辑控制器，可以将控制指令随时加载内存内储存与执行。可编程控制器由内部 CPU 指令及资料内存、输入输出单元、电源模组、  
数字模拟等单元所模组化组合成。<sup>④</sup>

作为通用工业控制计算机，30 年来，可编程控制器从无到有，实现了工业领域接线逻辑到存储逻辑的飞跃；其功能从弱到强，实现了逻辑控制到数字控制的进步；其应用领域从小到大，实现了单体设备简单控制到胜任运动控制、过程控制、及集散控制等各种任务的跨越。今天的可编程控制器正在成为工业控制领域的主流控制设备，在世界各地发挥着越来越大的作用。

“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存贮器，用来在其内部存贮执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字的、模拟的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备，都应按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”<sup>⑤</sup>

### 2.1.1 可编程序控制器的发展历史

1968 年，美国通用汽车公司（GM 根据市场形势与生产发展的需要，提出了“多品种、小批量、不断翻新汽车品牌型号”的战略。要实现这个战略决策，依靠原有的工业控制装置显然不行，而必须有一种新的工业控制装置，它可以随着生产品种的改变，灵活方便地改变控制方案以满足对控制的不同要求。1969 年，著名的美国数字设备公司（DEC 根据 GM 的功能要求，研制出了这种新的工业控制装置，并在 GM 公司的一条汽车自动化生产线上首次运行取得成功。根据这种新型工业控制装置可以通过编程改变控制方案这一特点，以及专门用于逻辑控制的情况，称这种新的工业控制装置为可编程序控制器（Programmable Logic Controller），简称 PLC。

从 1968 年到现在，PLC 经历了四次换代：第一代 PLC 大多用一位机开发，用磁芯存储器存储，只有逻辑控制功能。在第二代 PLC 产品中换成了 8 位微处理器及半导体存储器，PLC 产品开始系列化。第三代 PLC 产品随着高性能微处理器及位片式 CPU 在 PLC 中大量使用，PLC 的处理速度大大提高，从而促使它向多功能及联网通信方向发展。第四代 PLC 产品不仅全面使用 16 位、32 位高性能微处理器，高性能位片式微处理器，RISC(Reduced

instruction set computer ) 精简指令系统 CPU等高级 CPU 而且在一台 PLC中配置多个处理器,进行多通道处理。同时生产了大量内含微处理器的智能模板,使得第四代 PLC产品成为具有逻辑控制功能、过程控制功能、运动控制功能、数据处理功能、联网通信功能的真正名副其实的多功能控制器。同一时期,由 PLC组成的 PLC网络也得到飞速发展。PLC与 PLC网络成为工厂企业中首选的工业控制装置,由 PLC组成的多级分布式 PLC网络成为 CIMS(computer-integrated manufacturing system) 系统不可或缺的基本组成部分。人们高度评价 PLC及其网络的重要性,认为它是现代工业自动化的三大支柱之一。<sup>⑥</sup>

## 2.2 PLC的基本结构

可编程逻辑控制器实质是一种专用于工业控制的计算机,其硬件结构基本上与微型计算机相同,基本构成为:

### 一、电源

可编程逻辑控制器的电源在整个系统中起着十分重要的作用。如果没有一个良好的、可靠的电源系统是无法正常工作的,因此,可编程逻辑控制器的制造商对电源的设计和制造也十分重视。一般交流电压波动在+10%(+15%)范围内,可以不采取其它措施而将 PLC直接连接到交流电网上去。

### 二、中央处理单元(CPU)

中央处理单元(CPU)是可编程逻辑控制器的控制中枢。它按照可编程逻辑控制器系统程序赋予的功能接收并存储从编程器键入的用户程序和数据;检查电源、存储器、I/O以及警戒定时器的状态,并能诊断用户程序中的语法错误。当可编程逻辑控制器投入运行时,首先它以扫描的方式接收现场各输入装置的状态和数据,并分别存入 I/O 映象区,然后从用户程序存储器中逐条读取用户程序,经过命令解释后按指令的规定执行逻辑或算术运算的结果送入 I/O 映象区或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕之后,最后将 I/O 映象区的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置,如此循环运行,直到停止运行。为了进一步提高可编程逻辑控制器的可靠性,近年来对大型可编程逻辑控制器还采用双 CPU构成冗余系统,或采用三 CPU的表决式系统。这样,即使某个 CPU出现故障,整个系统仍能正常运行。<sup>⑦</sup>

### 三、存储器

存放系统软件的存储器称为系统程序存储器。

存放应用程序的存储器称为用户程序存储器。

#### 四、输入输出接口电路

1. 现场输入接口电路由光耦合电路和微机的输入接口电路，作用是可编程逻辑控制器与现场控制的接口界面的输入通道。

2. 现场输出接口电路由输出数据寄存器、选通电路和中断请求电路集成，作用可编程逻辑控制器通过现场输出接口电路向现场的执行部件输出相应的控制信号。

#### 五、功能模块

如计数、定位等功能模块。

#### 六、通信模块

### 2.3 PLC 的特点

#### 2.3.1 体积小，重量轻，能耗低

以超小型 PLC 为例，新近出产的品种底部尺寸小于 100mm 重量小于 150g，功耗仅数瓦。由于体积小很容易装入机械内部，是实现机电一体化的理想控制设备。

#### 2.3.2 可靠性高，抗干扰能力强

高可靠性是电气控制设备的关键性能。PLC 由于采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产工艺制造，内部电路采取了先进的抗干扰技术，具有很高的可靠性。很多同等规模的 PLC 控制系统和同等规模的继电器接触器系统相比，电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一，故障也就大大降低。此外，PLC 带有硬件故障自我检测功能，这样，整个系统具有极高的可靠性也就不奇怪了。

#### 2.3.3 配套齐全，功能完善，适用性强

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。

#### 2.3.4 系统的设计、建造工作量小，维护方便，容易改造

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。

### 2.3.5 易学易用，深受工程技术人员欢迎

PLC作为通用工业控制计算机 2.3.4 系统的设计、建造工作量小，维护方便，容易改造，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。<sup>⑧</sup>

## 2.4 PLC 的工作原理

当可编程逻辑控制器投入运行后，其工作过程一般分为三个阶段，即输入采样、用户程序执行和输出刷新三个阶段。完成上述三个阶段称作一个扫描周期。在整个运行期间，可编程逻辑控制器的 CPU 以一定的扫描速度重复执行上述三个阶段。

### 一、输入采样阶段

在输入采样阶段，可编程逻辑控制器以扫描方式依次地读入所有输入状态和数据，并将它们存入 I/O 映象区中的相应的单元内。输入采样结束后，转入用户程序执行和输出刷新阶段。在这两个阶段中，即使输入状态和数据发生变化，I/O 映象区中的相应单元的状态和数据也不会改变。因此，如果输入是脉冲信号，则该脉冲信号的宽度必须大于一个扫描周期，才能保证在任何情况下，该输入均能被读入。

### 二、用户程序执行阶段

在用户程序执行阶段，可编程逻辑控制器总是按由上而下的顺序依次地扫描用户程序(梯形图)。在扫描每一条梯形图时，又总是先扫描梯形图左边的由各触点构成的控制线路，并按先左后右、先上后下的顺序对由触点构成的控制线路进行逻辑运算，然后根据逻辑运算的结果，刷新该逻辑线圈在系统 RAM 存储区中对应位的状态；或者刷新该输出线圈在 I/O 映象区中对应位的状态；或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。<sup>⑨</sup>

即，在用户程序执行过程中，只有输入点在 I/O 映象区内的状态和数据不会发生变化，而其他输出点和软设备在 I/O 映象区或系统 RAM 存储区内的状态和数据都有可能发生变化，而且排在上面的梯形图，其程序执行结果会对排在下面的凡是用到这些线圈或数据的梯形图起作用；相反，排在下面的梯形图，其被刷新的逻辑线圈的状态或数据只

能到下一个扫描周期才能对排在其上面的程序起作用。

在程序执行的过程中如果使用立即 I/O 指令则可以直接存取 I/O 点。即使用 I/O 指令的话，输入过程影像寄存器的值不会被更新，程序直接从 I/O 模块取值，输出过程影像寄存器会被立即更新，这跟立即输入有些区别。

### 三、输出刷新阶段

当扫描用户程序结束后，可编程逻辑控制器就进入输出刷新阶段。在此期间，CPU 按照 I/O 映象区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路，再经输出电路驱动相应的外设。这时，才是可编程逻辑控制器的真正输出。

## 3 系统总体方案及硬件设计

### 3.1 施耐德 PLC简介

#### 3.1.1 施耐德 PLC硬件

施耐德 PLC主要有原 Modicon 旗下的 Quantum Compact(已停产)、Momentum等系列，编程软件是 Concept; 而 TE旗下的 Premium、Micro 系列则使用 PL7Pro。施耐德在整合了 Modicon 和 TE品牌的自动化产品后，将 Unity Pro 软件作为未来中高端 PLC的统一平台。支持 Quantum、Premium 和 M340三个系列。至于 Momentum和 Micro 作为成熟产品未来不会再有多大的改进，所以会继续沿用原来的软件平台。小型的 Twido 系列使用 TwidoSoft 软件(有中文版本，国外已经开始使用 TwidoSuit，不过估计短时间内还不会引入中国进行汉化翻译)，至于逻辑控制器 Zelio Logic 的编程软件 ZelioSoft 已经推出中文版了。

#### 3.1.2 施耐德编程软件

施耐德 plc 编程软件是施耐德电气自动化的核心产品，它是新一代软硬件自动化平台。其全新的独创设计缩短了开发时间，处理器的灵活性可以实现更高的性能。基于开放性以及对工具的协同式应用，Unity 在软件开发和控制系统运行上达到了更高水平，它将生产率的提高放在首位。

施耐德 plc 编程软件是用于 Premium、Atrium 和 Quantum PLC 的通用 IEC61131-3 编程、调试和运行软件包。基于 PL7 和 Concept 的公认标准，Unity Pro 能够帮助我们实现更高的生产率以及更多的软件协作新功能。其集成的转换器可以重用 PL7 和 Concept 的 IEC 应用程序。您可以因此减少您的软件投资，降低培训成本，充分利用

Unity Pro 在兼容性和未来开发能力方面无可匹敌的潜力。利用 Unity EFB Toolkit ， Visual C++ 开发者可以创建定制的功能，这些功能可以在 Unity Pro 中使用。Unity SFC View 是一个 Active X 控件，可集成到一个标准的 HMI/SCADA 系统中，用于监视和控制 SFC 程序。

### 3.2 施耐德 m218编程软件

#### 3.2.1 常用编程语言

施耐德 m218编程软件常用编程语言

1. 梯形图-LD语言
2. ST 语言
3. FBD功能块语言
4. CFC连续功能图
5. SFC 顺序功能图

### 3.3 十字路口交通信号灯 PLC控制设计的分析

利用 PLC设计控制十字路口交通灯的全自动运行，系统启动后，根据设置好的东西南北方向的通车时间控制东西南北方向指示灯按照一定的规律运行，完成一个周期工作后自动进入下一个周期继续运行。城市路口交通灯控制系统用于十字路口的车辆以及行人的交通管理。

- 1、在十字路口，要求东西方向和南北方向各通行 35s，并周而复始。
- 2、在南北方向通行时，东西方向的红灯亮 35s，而南北方向的绿灯先亮 30s 后再闪 3s 后黄灯亮 2s。
- 3、在东西方向通行时，南北方向的红灯亮 35s，而东西方向的绿灯先亮 30s 后再闪 3s 后黄灯亮 2s。

交通信号交通灯控制系统如图 3-1 所示：

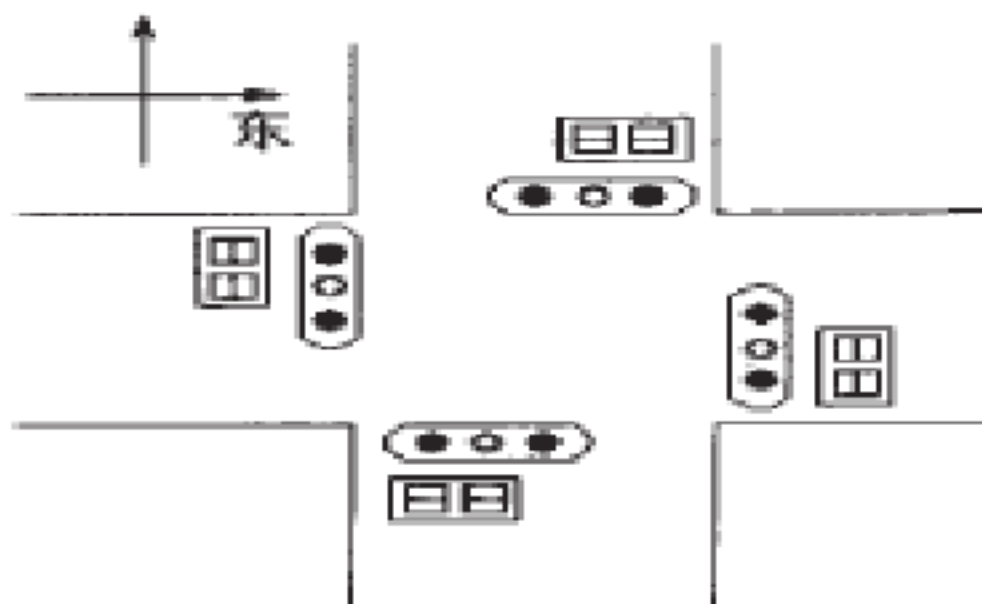


图 3-1 交通信号交通灯控制系统

### 3.4 系统总体方案

1. 系统启动后，东西直行、南北直行都亮红灯。
2. 东西直行绿灯亮 30s 后再闪 3s，与此同时南北红灯全亮 35s；
3. 东西直行绿灯熄灭，黄灯亮 2 秒。
4. 南北直行绿灯亮 30s 后再闪 3s，东西方为红灯全亮 35s。
5. 南北直行绿灯熄灭后，黄灯闪烁 2s。
6. 循环执行上述 1 到 5 步，实现对交通信号灯的循环控制。

3-1 交通灯设计思想表

交通灯设计思想表							
东西	时间	绿灯亮	绿灯闪	黄灯亮	红灯亮		
	信号	30s	3s	2s	35s		
南北	时间	红灯亮			绿灯亮	绿灯闪	黄灯亮
	信号	35s			30s	3s	2s

系统动作流程图：

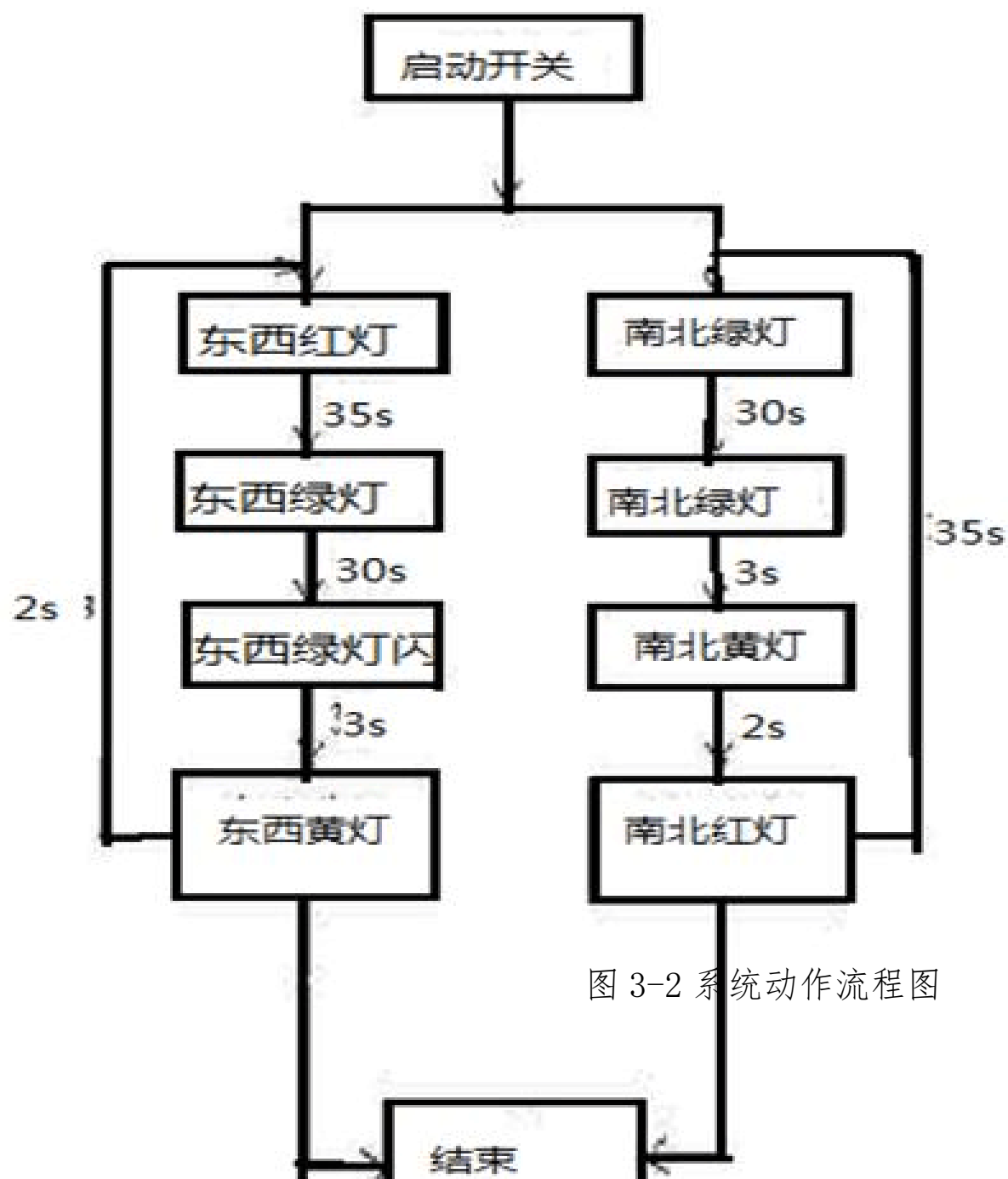


图 3-2 系统动作流程图

型号选择：输出端有东西、南北方向红绿黄灯输出点，所以选用施耐德 m218 编程软件。

2. 输入/输出分配表：如表 3-2

表 3-2

出	南北红灯	Y000
	南北绿灯	Y001
	南北黄灯	Y002
	东西红灯	Y010
	东西绿灯	Y011
	东西黄灯	Y012

3. 硬件电路图连接：如图 3-3 所示：

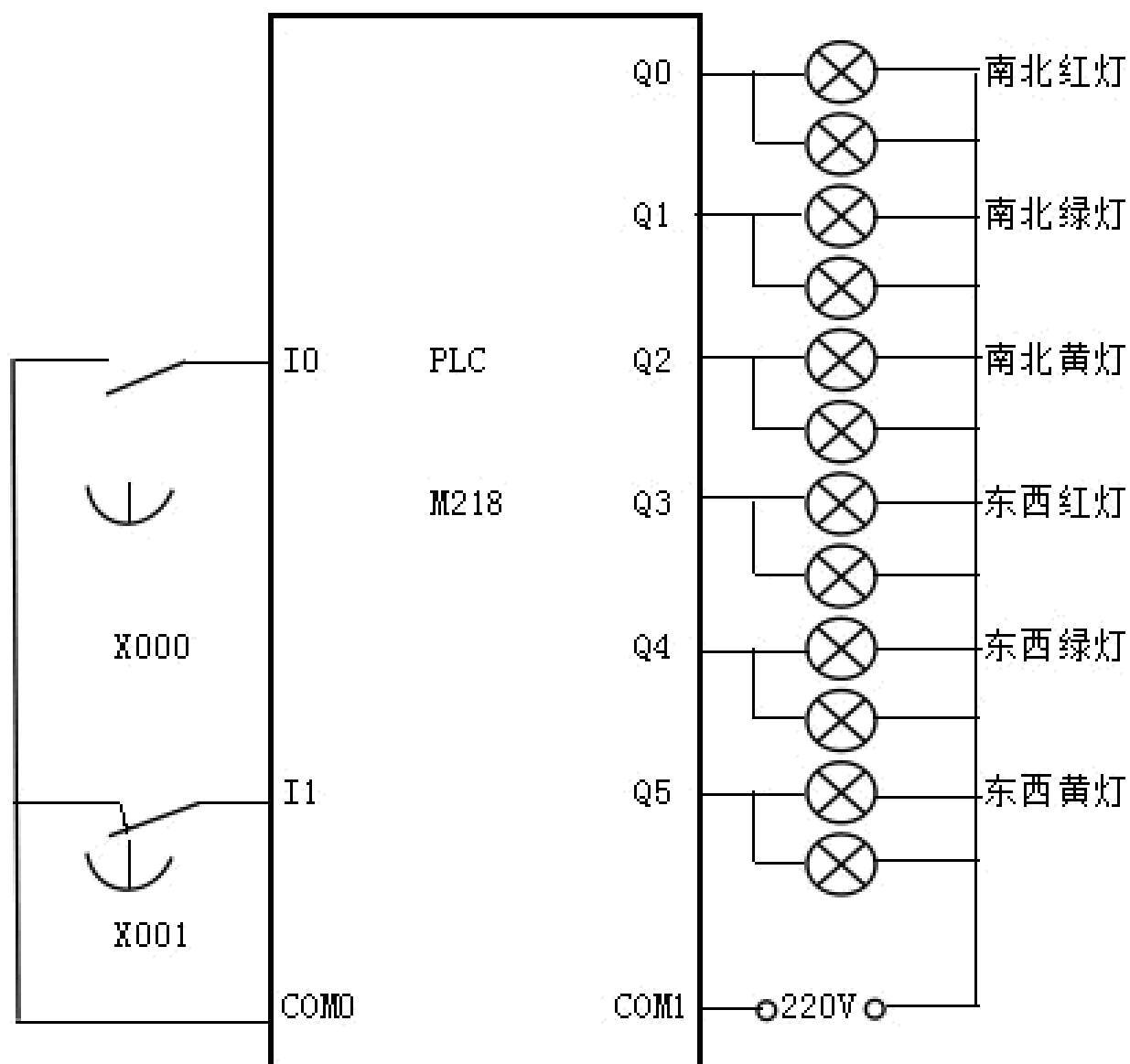


图 3-3 硬件电路图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/345101213004011331>