

2012 届毕业设计（论文）

基于 PLC 的智能交通信号灯控制系统

教 学 部:	机电信息工程	
专 业:	电气工程及其自动化	
学 生 姓 名:		
班 级:	_____	学号 _____
指导教师姓名:	_____	职称 副教授
最终评定成绩	_____	

2012 年 5 月

湖南工业大学科技学院毕业设计（论文）

基于 PLC 的智能交通信号灯控制系统

教 学 部：机电信息工程

专 业：

学 号：

学 生 姓 名：

指 导 教 师：

2012 年 5 月

摘 要

交通信号控制灯是通过对交通流量的控制以达到改善人和货物的安全运输，提高运营效率。交通系统是一个具有随机性、模糊性和不确定性的复杂系统，建立数学模型非常困难，有时甚至无法用现有的数学方法加以描述。目前国内十字路口的交通灯控制一般是定时切换控制的。在当今高速发展的社会里，交通问题成为大家的关注的社会问题，我们有必要寻求一种智能的交通控制系统。

论文设计思路是：通过传感器探测出汽车的流量后自动调节红绿灯的时长。判断两个方向的拥堵情况，如果有一个方向发生拥堵，而另一个方向没有拥堵，且二者之差大于某一设定值，就进行时间调整，即延长拥堵方向的通车时间，缩短不拥堵方向的车辆通行时间。如果不满足时间调整的条件，则按正常的设定时间循环。车辆的流量记数，交通灯的时长控制可以由 PLC 来实现。

关键词：智能交通，探测，车流量，PLC

ABSTRACT

The traffic signal controlling is a realization method which by adjusting the traffic flow to achieve the improvement of the safety of the person and cargo transportation, the enhancing of the operation efficiency. The transportation system is a complex system of randomness, ambiguity and uncertainty. It is very difficult to establish the mathematical model and sometimes it is impossible to use the existing mathematical methods to describe it. At present inside the country the traffic light at crossroad is generally controlled by timing switch. Now in high speed developed society, the traffic problem becomes the social problem that everybody pay attention to, it is very necessary for us to look for a kind of intelligent transportation control system. Based on this idea the train of thought of this thesis is: the hours of the traffic light is automatically regulated after the locators have detected the flow number of the vehicle. Depending on the judgment of two directions of congestion if one is in heavy traffic and the other is not, at the same time, the two difference is greater than a set value, then adjust the time, extending jams the direction of traffic time shortening without congestion direction of vehicle travel time. If it doesn't meet the conditions for time adjustment, then account accord to the normal time cycle. The counted number of the vehicle flow and control of the hours of the traffic light can be realized by PLC.

Key words: intelligence traffic direction vehicle flow number, PLC

目 录

第 1 章 引言	1
1.1 城市交通的现状.....	1
1.2 PLC 交通灯的国内外发展状况	1
1.3 本文研究的目的及意义.....	2
1.4 本文主要研究内容	3
第 2 章 系统硬件设计	4
2.1 传感器的选择.....	4
2.1.1 传感器的分类.....	4
2.1.2 压电传感器的基本原理.....	5
2.2 感应控制的实现.....	10
2.2.1 车辆检测器的功能及分类.....	10
2.2.2 感应控制	10
2.3 可编程控制器的选型	11
2.3.1 PLC 的一般结构和基本工作原理	12
2.3.2 PLC 的特点.....	13
2.3.3 PLC 的应用领域	13
2.3.4 PLC 的工作环境	14
2.3.5 PLC 控制交通信号灯的可行性	14
2.4 PLC 器件的选型	15
第 3 章 智能交通灯系统程序设计	16
3.1 I/O 分配表.....	16
3.2 PLC I/O 接口电路.....	17
3.3 十字路口交通信号布置图.....	18
3.4 交通灯正常控制方式	18
3.5 急车强通控制方式	25
3.6 堵车时的交通灯控制方式.....	27
3.7 夜间交通灯控制方式	33
结 论	35

参考文献	36
致 谢	37
附 录	38

第 1 章 引言

1.1 城市交通的现状

随着我国经济高速发展，人民生活水平在普遍提高，拥有私家车的人也在逐渐地增多，这使得城市的交通拥堵问题日益突显出来。株洲市的中心广场十字路口毗邻火车站，人流量大，车流量也很大，常常发生交通拥堵的情况。因此，为了保障城市交通有序，安全，快速，提高城市路网的通行能力，实现交通的科学化管理迫在眉睫。传统的十字路口交通控制灯，通常的做法是：事先经过车辆流量的调查，运用统计的方法将两个方向的红绿灯的延时预先设置好。但是，实际上车流量是一个变量，它的测定是不确定的。不同的路口在不同的时段，车流量存在着很大的差异。即使经过长时间的试验运行，仍然可能出现这样的现象：绿灯方向几乎没有什么车辆经过，而红灯方向的车辆却排着长队等候。出现这种状况，不免会影响到司机的心情，或多或少的令乘客怨声载道，而且对人力和物力也是一种浪费。这种流量的变化的方法已经不能适应迅猛发展的交通现状，采用一种可以根据车流量的变化情况而进行自动调节控制的方案是十分现实而又必要的。基于 PLC 控制的十字路口交通灯信号系统，是根据实时的车流量对各个路口的交通灯时间进行动态的调节，较好的解决了车流量的不均衡问题。其最大的优点在于缓解车流量滞流现象，也不会出现空道占时的情形，从而提高了公路交通的通行率。

1.2 PLC 交通灯的国内外发展状况

智能交通系统的发展，最早可以追溯到 20 世纪七八十年代的一系列车辆导流系统新技术的开发和应用。1991 年美国通过“地面交通效率法”（ISTEA），从此美国的 IVHS 研究开始进入宏观运作阶段。1994 年，美国将 IVHS 更名为 ITS。之后，欧洲、日本等也相继加入了这一行列。经过 30 年的发展，美国、欧洲、日本成为世界 ITS 研究的三大基地。

美国是当今世界在 ITS 开发领域发展最快的国家，它从上个世纪 80 年代开始，先后开展了与智能汽车技术相关的 PATH、IVI、VII 和 CVHAS 等国家项目。1995 年 3 月美国交通部正是出版了“国家智能交通系统项目规划”，明确规定了智能交通系统的 7 大领域和 29 个用户服务功能。目前 7 大领域包括：出行和交通关系系统、出行需求管理系统、公共交通运营系统、商用车辆运营系统、电子收费系统、应急管理系统、先

进的车辆控制和安全系统。

我国 ITS 的发展起步较晚，70 年代以来，从国外引进、消化了一些项目，并进行了一些 ITS 或类 ITS 基础项目的研究和应用。70 年代中至 80 年代初，主要是进行城市交通信号控制试验研究，80 年代中至 90 年代初，在一些大城市引进和消化城市交通信号控制系统，实现了一些（高速）公路监控系统、高等级公路电子收费系统和路边信息服务系统。90 年代中以来，开始研究部门 ITS 发展战略和 GIS、GPS、EDI 在交通中的应用等，重视交通信息网络的建设，公路和桥梁管理用基础数据库和道路交通量和气象数据采集等。经过多年的努力，也已取得明显的进展。

1.3 本文研究的目的及意义

随着社会经济的快速发展，以前的交通灯控制系统已经不能适应现在日益繁忙的交通状况。如何改善交通灯控制系统，使其适应现在的交通状况，成为研究的重要课题。传统的十字路口交通控制灯，通常的做法是：事先经过车辆流量的调查，运用统计的方法将两个方向红绿灯的延时预先设置好。然而，实际上车辆流量的变化往往是不确定的，有的路口在不同的时段可能产生很大的差异。即使是经过长期运行、较适用的方案，仍然会发生这样的现象：绿灯方向几乎没有什么车辆，而红灯方向却排着长队等候通过。这种流量变化的偶然性是无法建立准确模型的，统计的方法已不能适应迅猛发展的交通现状，更为现实的需要是能有一种能够根据流量变化情况自适应控制的交通灯。

智能交通系统（ITS——Intelligent Transport Systems）ITS 是一个跨学科、信息化、系统化的综合研究体系，其主要内容是：将先进的人工智能技术、自动控制技术、计算机技术、信息与通讯技术及电子传感技术等有效的集成，并应用于整个地面交通管理系统而建立的一种在大范围内、全方位发挥作用的，实时、准确、高效的综合交通运输管理系统。交通控制系统是 ITS 研究的一个重要方面。由于交通系统具有较强的非线性、模糊性和不确定性，用传统的理论与方法很难对其进行有效的控制。把先进的智能控制技术、信息融合技术、智能信息处理技术与交通管理技术结合起来，代表着城市交通信号控制系统发展的方向。

智能交通的发展是现代经济发展的客观要求，交通运输是国民经济和现代社会发展的基础。由于现代社会城市化速度越来越快、国民经济的高速增长、全球经济的一体化进程加快、个人旅行与休闲时间的不断增加以及人们对交通需求越来越高，智能交通便成为现代社会经济发展的客观要求。

1.4 本文主要研究内容

为了提高路口的通行能力，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。

应用可编程控制器 S7200 对十字路口交通信号灯进行控制。用压电传感器探测车辆的数量，利用 PLC 来控制交通灯的时长。在入路口的方向附近的地下按要求埋设感应线圈，即可检测出汽车的通过，并将这一信号转换为标准脉冲信号作为可编程控制器的控制输入，并利用 PLC 计数，来调节红绿灯的时长。PLC 输入端接受来自各个路口的车辆探测器探测得到的输出标准电脉冲，输出接十字路口的红绿灯信号交通灯。

以上车辆的计数和车流量的比较及绿灯时间长度控制全部由 PLC 完成。各检测器时刻检测车辆，在一个红绿灯周期中，每当东西或南北红绿灯亮之前，PLC 都要依据脉冲的计数判定东西、南北的车流规模，然后根据以上简述的智能控制原则，调整交通灯的时长。交通路口检测车流量图如图 1.1。

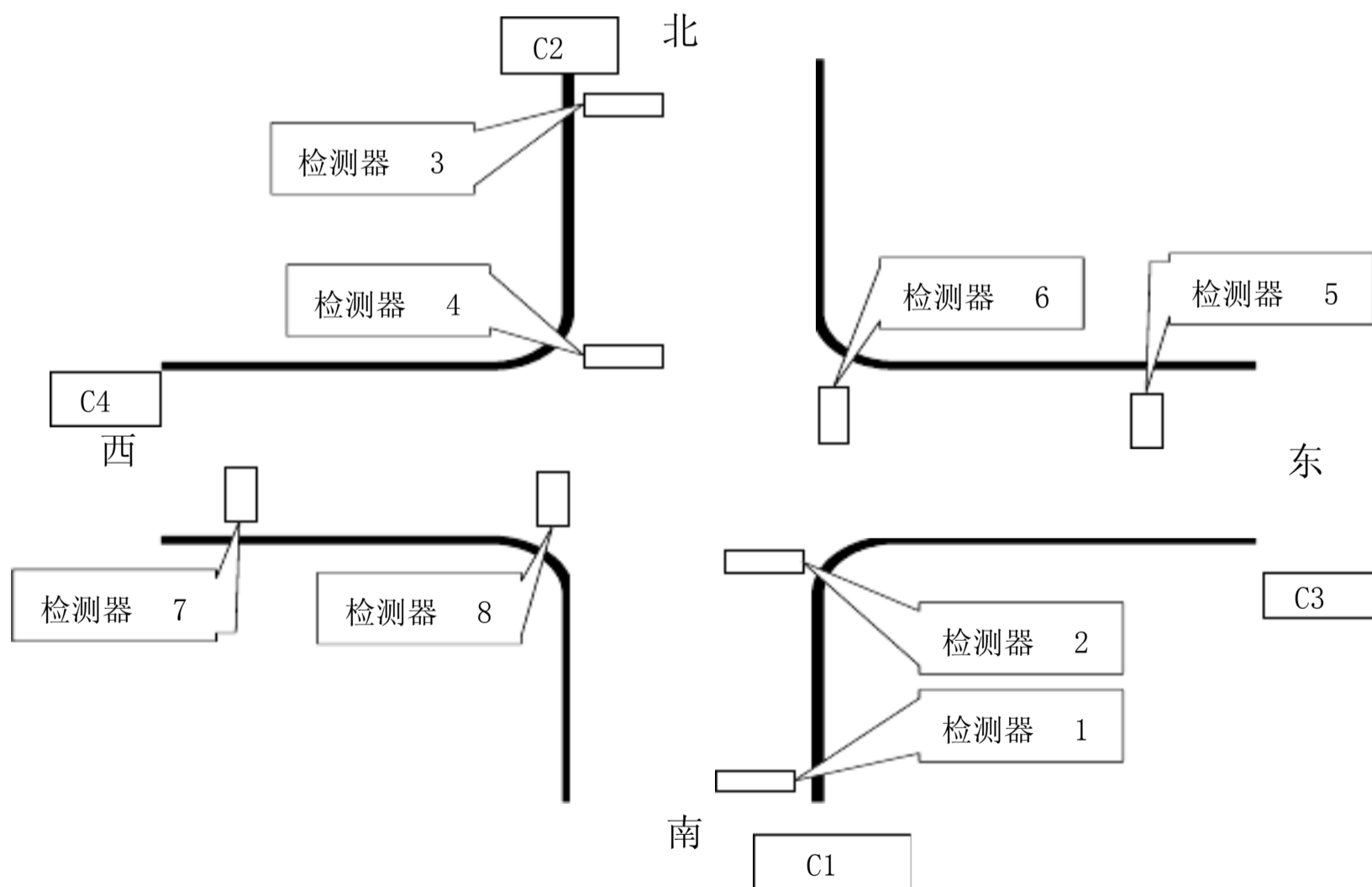


图 1.1 交通路口检测车流量图

第 2 章 系统硬件设计

2.1 传感器的选择

定时配时是根据有代表性的历史数据设计的，其方案一经确定，一般不会修改，也就是说这样一种控制方式是不考虑当前道路交通条件以及流量的上下波动的。这样常常会造成绿灯时间的利用率下降，造成某些方向进口引道上车辆的不必要延误。这是定时控制的严重缺点。从这里可以看出，要提高信号交叉口的通行能力，就应使信号随交通情况的变化而变化，要达到这一效果，必须装置检测交通情况的传感设备即车辆检测器。车辆检测器可以将当前交通情况传送给诸如 PLC 等处理设备。这样，PLC 就可以根据传来的交通信息，按照一定的控制原则，制定配时方案，这是一种比较理想的控制方式。车辆检测器采用了传感器技术。

2.1.1 传感器的分类

传感器是一种以测量为目的，以一定的精度把被测量转换为与之有确定关系的，便于处理的另一种物理量的测量器件。传感器由敏感元件，传感元件以及测量转换电路三部分构成。传感器种类名目繁多。按照测量的原理分类，可以分为电阻、电容、电感、光栅、热电偶、超声波、激光、红外、光导纤维等传感器。

光电传感器是采用光电元件作为检测元件的传感器。它首先把被测量的变化转换成光信号的变化，然后借助光电元件进一步将光信号转换成电信号。光电传感器一般由光源、光学通路和光电元件三部分组成。它具有结构简单、体积小、重量轻等优点。但是因为光是无处不在的，除红外光，还有紫外线，可见光等，因此光电传感器容易受到光的影响，光电式的传感器持续工作时间也不够长，容易坏掉。

用电测法测量非电学量时，首先必须将被测的非电学量转换为电学量而后输入之。通常非电学量变换成电学量的元件称为变换器；根据不同非电学量的特点设计成的有关转换装置称为传感器，而被测的力学量（如位移、力、速度等）转换成电容变化的传感器称为电容传感器。

根据法拉第电磁感应原理，块状金属导体置于变化的磁场中或在磁场中作切割磁力线运动时（与金属是否块状无关，且切割不变化的磁场时无涡流），导体内将产生呈涡旋状的感应电流，此电流叫电涡流，以上现象称为电涡流效应。而根据电涡流效应制成的传感器称为电涡流式传感器。

电感式传感器是利用电磁感应把被测的物理量如位移，压力，流量，振动等转换成线圈的自感系数和互感系数的变化，再由电路转换为电压或电流的变化量输出，实现非电量到电量的转换。

金属或者半导体薄片置于磁感应强度为 B 的磁场中，磁场方向垂直于薄片，当有电流 I 流过薄片时，在垂直于电流和磁场的方向上将产生电动势 E_H ，这种现象就称为霍尔效应。上述半导体薄片称为霍尔元件。用霍尔元件做成的传感器称为霍尔传感器。

热电偶是温度测量仪表中常用的测温元件，是由两种不同成分的导体两端接合成回路时，当两接合点热电偶温度不同时，就会在回路内产生热电流。如果热电偶的工作端与参比端存有温差时，显示仪表将会指示出热电偶产生的热电势所对应的温度值。热电偶的热电动势将随着测量端温度升高而增长，它的大小只与热电偶材料和两端的温度有关，与热电极的长度、直径无关。各种热电偶的外形常因需要而极不相同，但是它们的基本结构却大致相同，通常由热电极、绝缘套保护管和接线盒等主要部分组成，通常和显示仪表，记录仪表和电子调节器配套使用。

电阻式传感器是指把位移、力、压力、加速度、扭矩等非电物理量转换为电阻值变化的传感器。它主要包括电阻应变式传感器、电位器式传感器（见位移传感器）和锰铜压阻传感器等。电阻式传感器与相应的测量电路组成的测力、测压、称重、测位移、加速度、扭矩等测量仪表是冶金、电力、交通、石化、商业、生物医学和国防等部门进行自动称重、过程检测和实现生产过程自动化不可缺少的工具之一。

超声波传感器是利用超声波的特性研制而成的传感器。超声波是一种振动频率高于声波的机械波，由换能晶片在电压的激励下发生振动产生的，它具有频率高、波长短、绕射现象小，特别是方向性好、能够成为射线而定向传播等特点。超声波对液体、固体的穿透本领很大，尤其是在阳光不透明的固体中，它可穿透几十米的深度。超声波碰到杂质或分界面会产生显著反射形成反射回波，碰到活动物体能产生多普勒效应。因此超声波检测广泛应用在工业、国防、生物医学等方面。

压电传感器是利用某些电介质受力后产生的压电效应而制成的传感器。所谓压电效应是指某些电介质在受到某一方向的外力作用而发生形变（包括弯曲和伸缩形变）时，由于内部电荷的极化现象，会在其表面产生电荷的现象。

2.1.2 压电传感器的基本原理

2.1.2.1 压电效应

某些电介质在沿一定方向上受到外力的作用而变形时，内部会发生极化现象，同时在其表面上产生电荷，当外力去掉之后，又重新回到不带电的状态，这种现象称为压电效应。

压电石英传感器是利用石英晶体的纵向压电效应将重量信号转换成电信号的装置。现以一个X切割的石英晶体圆片为例，计算它的电荷、电压。石英晶体圆片如图2.1所示。

设石英晶体圆片直径为 d ，厚度为 t 。当石英晶体圆片沿X轴方向受外力 F_x 作用时，在垂直于 F_x 的平面上产生电荷，而且其外力与产生的电荷存在线性关系。

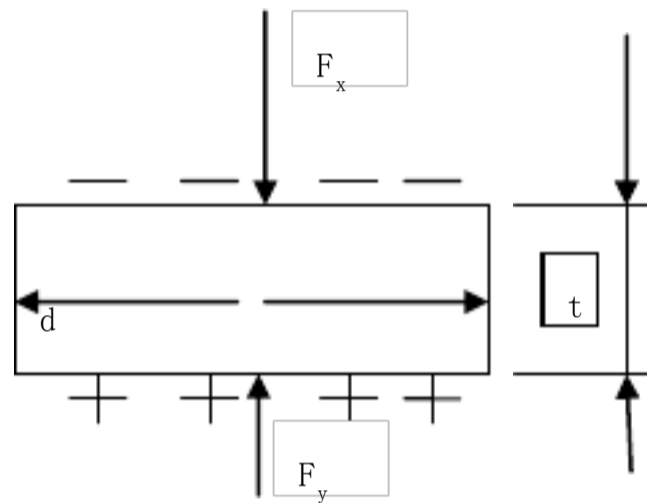


图 2.1 石英晶体圆片受力图

两个表面之间的电压 U_x 为：

$$U_x = Q_x / C_x = d_{11} F_x / C_x \quad (\text{V}) \quad (2.1)$$

式中： Q_x —石英晶体圆片垂直于 F_x 平面产生的电荷

d_{11} —石英晶体的纵向压电模数， $d_{11} = 2.31 \text{PC/N}$

C_x —石英晶体圆片的电容量， $C_x = \frac{\epsilon d^2}{4t}$ (F)

ϵ —石英晶体的介电系数。

将X切割的石英晶体片加工成称重传感器壳体所需要的外形和尺寸，按要求连同电极板一起装入壳体内，施加足够的预紧力后，采用圆膜片与壳体焊接密封。当称重传感器受外载荷作用时，石英晶体圆片产生电荷，由电极板收集传至信号输出插座，再由低噪声的同轴电缆传输到电荷放大器（带有电容反馈的运算放大器），经灵敏度归一化后，按比例转换成电压输出。或放大器为重量信号的模拟—数字转换提供必要的驱动，并将此信号传输到计算机，然后用专用的软件将其转换为重量。为了减小电荷的泄漏，放大器的输入端要有很高的绝缘电阻，通常要求大于 $10^{11} \Omega$ 。电荷放大器的量程（与转换系数有关）由反馈电容确定，通常称为量程电容。通过测得的电压值，就可得到所测载荷的大小。

利用石英晶体制造称重传感器时，石英晶体片有并联和串联连接两种方法。并联连接：两个压电石英晶体片按极化方向相反粘结，负电荷集中在中间的负电极板上，正电荷在两端的正电极板上。这时相当于两个电容器并联，输出电极板上的电荷和电容量将增加一倍，如图 2.2 所示。

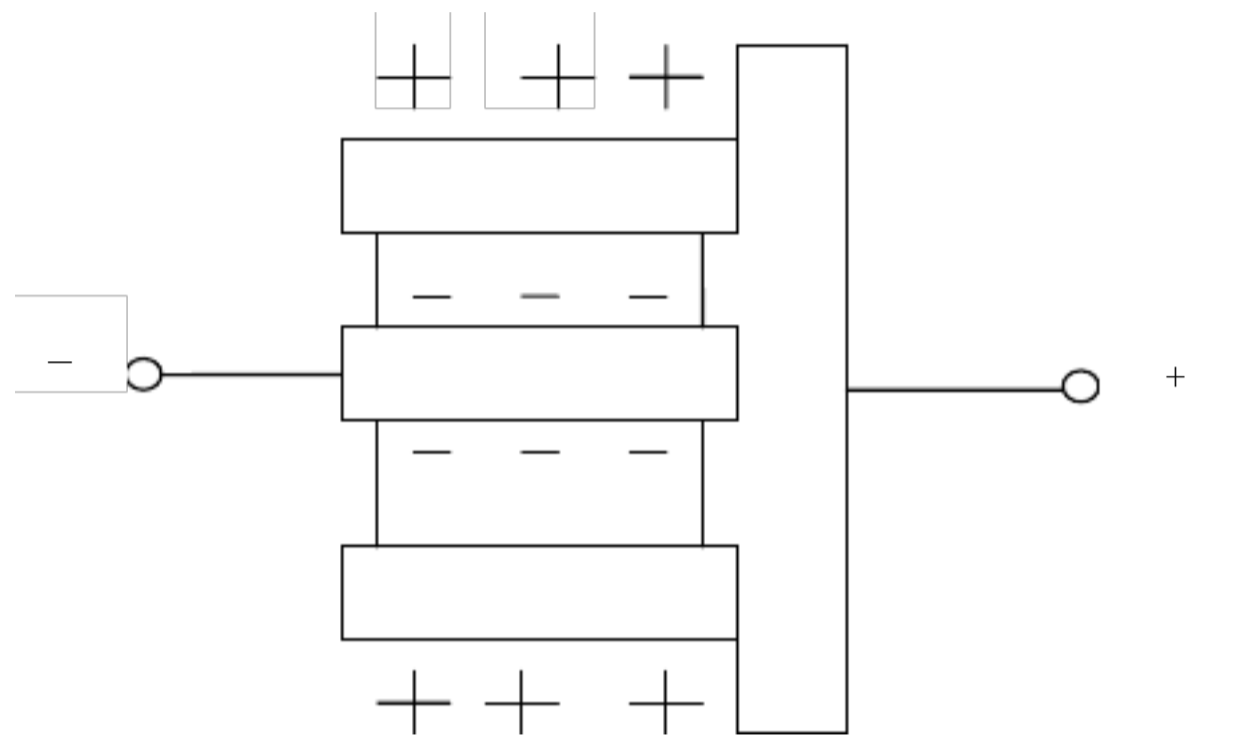


图 2.2 两个石英晶体片并联示意图

如果有 n 个石英晶体片按并联方式连接，此时的总输出电荷将增加 n 倍，电荷灵敏度也增加 n 倍，而电压灵敏度则与单个石英晶体片工作时相同。 n 个石英晶体片并联所产生的电荷为：

$$Q_x = nd_{11} F_x \quad \text{错误！未指定书签。} \quad (C)$$

串联连接：两个石英晶体片按极化方向相同粘结，于是在两个石英晶体片粘结处的中间电极板上正负电荷相互抵消，这时总电容量为单个石英晶体片工作时的一半，电压都增大一倍，而总电荷量则不变，如图 2.3 所示。

若 n 个石英晶体片串联连接，由于输出电压增加 n 倍，因此电压灵敏度也增加 n 倍，而电荷灵敏度则与单个石英晶体片工作时相同。

由此可得出，多个石英晶体片并联连接时，输出电荷量大，电荷灵敏度高；串联连接时，输出电压大，电压灵敏度高。

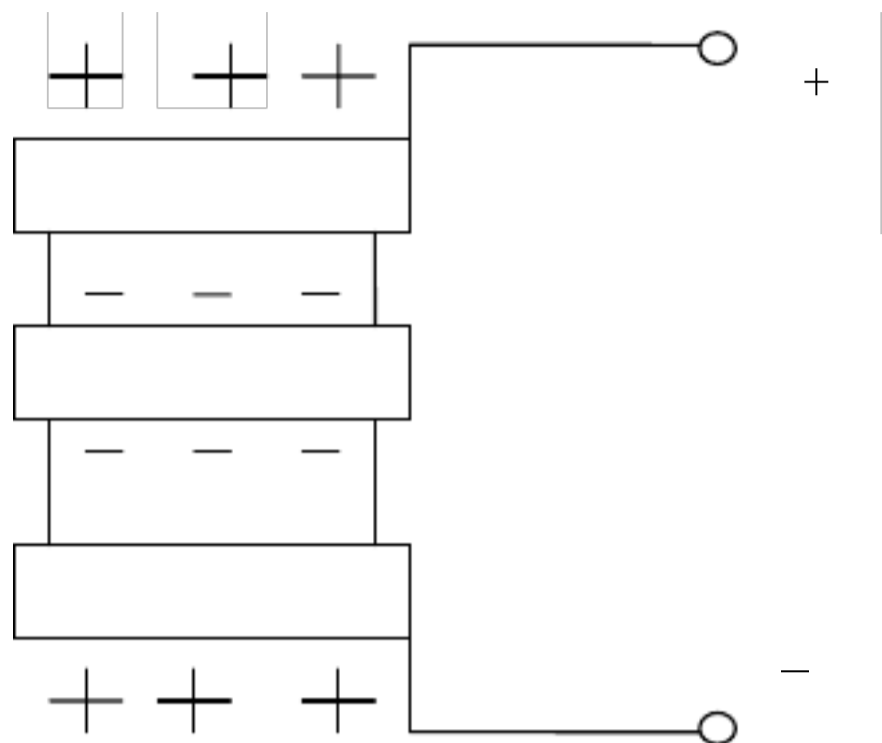


图 2.3 两个石英晶体片串联示意图

2.1.2.2 压电材料的分类及特性

压电传感器中的压电元件材料可分为压电单晶、压电多晶和高分子压材料。

(1) 石英晶体

石英晶体是一种性能良好的压电晶体，它的突出优点是性能非常稳定。在 20-200℃ 的范围内压电常数的变化率只有一种—0.0001/℃。此外，它还具有自振频率高、动态响应好、机械强度高、绝缘性能好、迟滞小、重复性好、线性范围宽等优点。石英晶体的不足之处是压电常数较小 ($d=2.31 \times 10^{-12} \text{ C/N}$)。因此石英晶体大多只在标准传感器、高精度传感器或者使用温度较高的传感器中使用，而在一般要求的测量中，基本上采用压石英晶体。

(2) 压电陶瓷

压电陶瓷是人工制造的多晶体压电材料，它是由无数细微的电畴组成。这些电畴实际上是分子自发极化的小区域。在无外电场作用时，各个电畴早晶体中杂乱分布，它们的极化效应被相互抵消了，因此原始的压电陶瓷呈中性，不具有压电性质。为了使压电陶瓷具有压电效应，必须在高温下，用高压进行极化处理。极化处理之后，陶瓷材料内部存在有很强的剩余极化强度，当压电陶瓷受外力作用时，其表面也能产生电荷，所以压电陶瓷也具有压电效应。

(3) 高分子压电材料

高分子压电材料是近年来发展很快的一种新型材料。典型的高分子材料有聚偏二氟乙烯 (PVDF 或者 PVF_2)、聚氟乙烯 (PVF)、改性聚氯乙烯 (PVC) 等。其中以 PVF_2 和 PVDF 的压电常数最高。

高分子压电材料是一种柔性的压电材料。可以根据需要制成薄膜或者电缆套管等形状。经极化处理后就显现出电压特性。它不易破碎，具有防水性，可以大量连续拉制，制成较大的面积或较长的尺度，因此价格较便宜。其测量动态范围可达 80dB，频率响应范围可以从 0.1HZ 直至 10^9 HZ。这些优点都是其他压电材料所不具备的。因此在一些不要求测量精度的场合获得应用。

高分子压电材料的工作温度一般低于 100°C 。温度升高时，灵敏度将降低。它的机械强度不够高，耐紫外线能力较差，不宜暴晒，以免老化。

2.1.2.3 压电传感器的选择

压电传感器的特点：结构简单、体积小、质量累世、功耗小、寿命长，特别是它具有良好的动态特性。

测量参数：

(1) 力测量：压电式传感器主要利用石英晶体的纵向和剪切的压电效应，因为石英晶体刚度大、滞后小、灵敏度高、线性好、工作频率宽、热释电效应小。力传感器除可测单向作用力外还可利用不同切割方向的多片晶体依靠其不同的压电效应测量多方向力，如空间作用力 3 个方向的分力 F_x 、 F_y 、 F_z 。

(2) 压力测量：压电式压力传感器主要利用弹性元件（膜片、活塞等）收集压力变成作用于晶体片上的力，因为弹性元件所用材料的性能对传感器的特性有很大影响。

(3) 加速度测量：压电式加速度传感器是利用质量块 m 由预紧力压在晶体片上，当被测加速度 a 作用时，晶体处会受到惯性力 $F=ma$ ，由此产生压电效应，因此质量块的质量决定了传感器的灵敏度，也影响着传感器的高频响应。

压电传感器只能应用于动态测量：

由于外力作用在压电元件上产生的电荷只有在无泄漏的情况下才能保存，即需要测量回路具有无限大的输入阻抗，这实际上是不可能的，因此压电式传感器不能用于静态测量。

压电元件在交变力的作用下，电荷可以不断充电，可以供给测量回路以一定的电流，故只适用于动态测量。

经过调查，广州市凯铁电子科技有限公司生产的乃尔牌 11 型号贴片式压电传感器可以满足要求论文中智能交通灯的要求。该贴片式压电传感器的参数如下：

(1) 典型灵敏度：1.5 pc/g

(2) 重量(g)：0.15

(3) 振动极限：500

- (4) 冲击极限：4000
- (5) 频响±1dB Hz：1-→100
- (6) 最低温度℃[° F]：-65[85]
- (7) 最高温度℃[° F]：125[257]
- (8) 信号/接地 绝缘：NO
- (9) 密封：NO
- (10) 安装方式：焊接

2.2 感应控制的实现

2.2.1 车辆检测器的功能及分类

车辆检测器是现代交通控制系统的重要组成部分，随着经济的发展，智能交通已在我国悄然兴起，车辆检测器作为交通信息采集的一个重要组成部分，越来越受到业内人士的关注。车辆检测器以机动车辆为检测目标，检测车辆的通过或存在状况，其作用是为智能交通控制系统提供足够的信息以便进行最优的控制。车辆检测器的种类很多，工作原理各异，但大致可概括为两大基本功能：一为检测车辆的存在或出现，二为检测车辆的运动或通过，任意车辆检测器至少应具有上述两个基本功能之一。为此，车辆检测器中分为存在型、通过型和两者结合的复合型，对于存在型的检测器，只要在其监视区域内出现被检测车辆，就能产生输出信号；通过型检测器是根据车辆的到达或运动，产生持续时间很短的输出信号来检测；某些检测器即能检测静态的存在，又能检测动态的通过，称为复合型检测器。

车辆检测器的类型主要可分为压电检测器、磁感应式检测器、声音检测器、光电检测器、超声波检测器、雷达检测器、环形线圈检测器等。

2.2.2 感应控制

(1) 感应控制是本系统的重点也是不同于一般交通信号控制之处。其主要思想为：压电传感器检测十字路口各方向的车流。在距离各个十字路口 160 米处地下和埋入压电传感器。每当有车辆经过，检测器就会发出一个脉冲并传输给 PLC，PLC 通过对脉冲的计数就可得到各方向的车流量，然后 PLC 通过一定的智能控制原则根据各方向车流量的大小自然的改变相应的绿灯灯亮时间从而尽可能减少车辆等候时间。

(2) 车辆计数是智能控制的关键，为防止车辆出现漏检的现象，环状绝缘电线在

地下的铺设我们设采取在每个车行道上中的出口地(停车线处)以及在离出口地一定远的进口的地方各铺设一个相同的检测器,方案如图 1.1,同一股道上的两传感器相距的距离为该股道正常运行时所允许的最长停车车龙为好。

(3) 以南向为例,每当车辆进入十字路口必先经过检测器 1,检测器 1 就会发生一个脉冲给 PLC,PLC 对检测器 1 的计数就可得到南向车辆进入的总数。车辆继续往前就会经过检测器 2,同样检测器 2 也会发出一个脉冲给 PLC,PLC 对检测器 2 脉冲的计数就会得到南向车辆驶出的总数,那么将进入总量减去驶出总量就可得到南向的车辆滞留量。同样,在另外三个方向,PLC 通过对各检测器脉冲的分别计数就可得到各向的滞留量。

(4) 从本质上讲,这种控制是将“反馈”引入交通控制中。它可以实现输出参量跟踪输入参量的变化。在这里可以将交通流的变化看成为输入参量,而把输出的灯色变化控制看成是输出参量,这种控制就是车辆感应控制。如图 2.4。

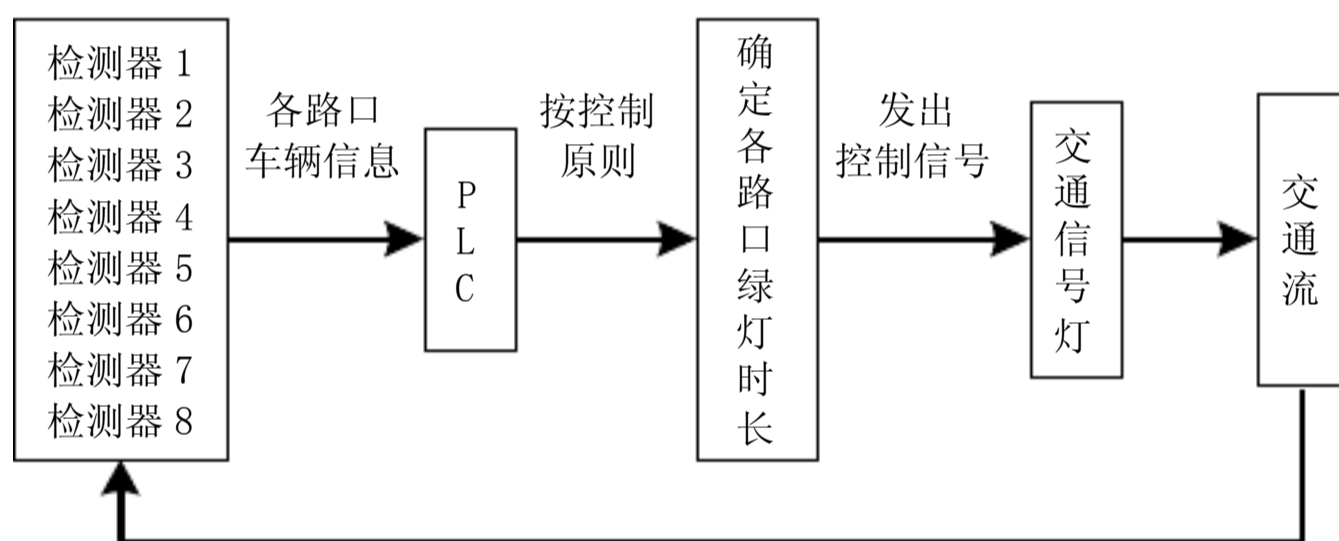


图 2.4 感应控制的原理框图

由于车长和车距不定,取 2 辆车之间的距离平均值为 8m。设定 20 为满溢值时,则每一个方向的 2 个检测器的距离为 160m。当发生堵车时,车辆靠的比较紧凑,此时 2 辆车之间的距离定为 6m。此时在 2 个检测器之间停靠的车辆为 26,大于了满溢值 20,因此需要延长通行的时间。多出来的 6 辆车的总长为 36m。按照车辆通过十字路口的速度为 27km/h,约 7.5m/s 计算,若延长时间为 5s,则可以挪出 37.5m 的距离。因此设定的时间和距离完全可以满足要求。

2.3 可编程控制器的选型

可编程控制器(Programmable Controller)是计算机家族中的一员,是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器(Programmable

Logic Controller), 简称 PLC, 它主要用来代替继电器实现逻辑控制。

2.3.1 PLC 的一般结构和基本工作原理

(1) PLC 的一般结构

根据 PLC 实施控制的基本点的分析, PLC 采用了典型的计算机结构, 主要有处理器、存储器、输入输出接口电路、电源等组成。如图 2.5 所示。

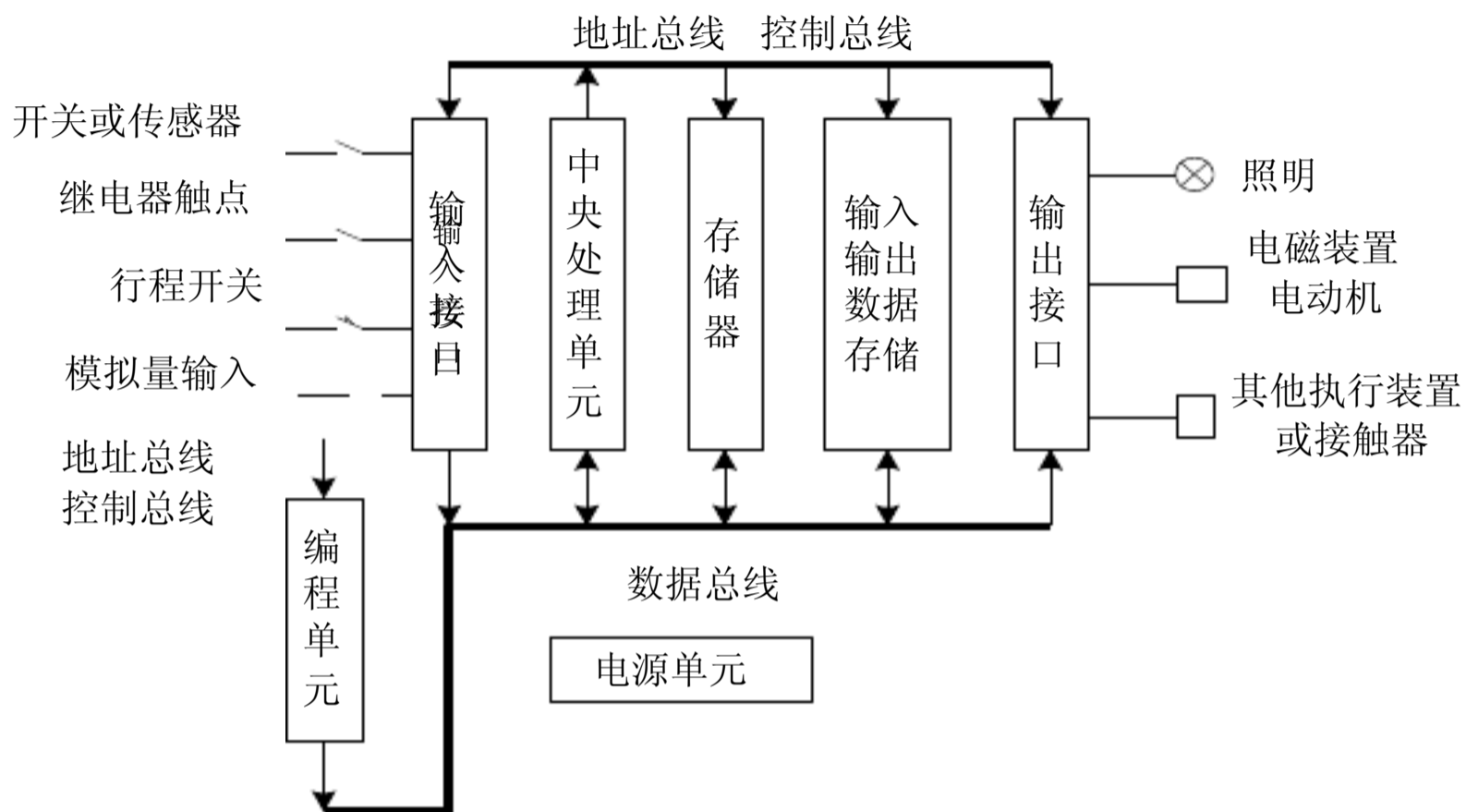


图 2.5 PLC 的结构

(2) PLC 的基本工作原理

PLC 是以微处理器为核心的数字式电子自动控制装置, 是一种专用微机。但它的工作方式却与微机有很大不同。微机一般采用等待命令的工作方式, 而 PLC 则采用循环扫描工作方式。在 PLC 中用户程序按先后顺序存放。对每个程序, 处理器从第一条指令开始执行, 直至遇到结束符后又返回第一条, 如此周而复始不断循环, 每一个循环称为一个扫描周期。扫描周期的长短主要取决于以下几个因素: 一是处理器执行指令的速度; 二是执行每条指令占用的时间; 三是程序中指令条数的多少。由于 PLC 采用循环扫描的工作方式, 所以它的输出对输入的响应速度要受扫描周期的影响。PLC 的这一特点, 一方面使它的响应速度变慢, 但另一方面也使它的抗干扰能力增强, 对一些短时的瞬间干扰, 可能会因响应滞后而躲避开。这对一些慢速控制系统是有利的, 但对一些快速响应系统则不利, 在使用中应特别注意这一点。

2.3.2 PLC 的特点

（1）高可靠性

它有很强的抗震动冲击性能，所以输入/输出接口都采用了光电隔离措施，PLC 的监控定时器可用于监视执行用户程序的专用运算处理器的延迟，保证在程序出错和程序调试时，避免因程序错误而出现死循环。

（2）编程简单

PLC 的编程语言采用继电器控制电路的梯形图语言，清晰直观。它不需要用户具有很强的程序设计能力，只要用户具备一定的计算机软、硬件知识和电器控制方面的知识即可。

（3）功能强，性能价格比高

一台 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件，有很强的功能，可以实现非常复杂的控制功能。与相同功能的继电器系统比较，具有很高的性能价格比。PLC 可以通过通信联网，实现分散控制，集中管理。

（4）适应性强

模块化的 PLC 设计，使用户能根据自己控制系统的大小、工艺流程和控制要求等来选择自己所需的 PLC 模块并进行资源配置和 PLC 编程。

（5）易于安装、调试、维修

在安装时，由于 PLC 的输入/输出接口已经做好，因此可以直接和外部设备相连，而不再需要专用的接口电路。

PLC 的调试可先在实验室模拟完成，模拟调试完成后再现场安装、调试。这样可以缩短调试周期。

在维修方面，PLC 完善的诊断和显示功能。可以通过模块上的显示或编程等很容易地找出故障的模块，而且由于模块化设计，因此只需要对出错的模块进行更换即可。

（6）体积小，能耗低

控制系统使用 PLC 后，可以减少大量的中间继电器和时间继电器，小型 PLC 的条件仅相当于几个继电器的大小，因此开关柜的体积比原来的小得多。PLC 控制系统的配线比继电器控制系统少得多。

2.3.3 PLC 的应用领域

（1）开关量逻辑控制

PLC 最基本的功能是逻辑运算、计时、计数等可实现逻辑控制。

（2）闭环过程控制

PLC 可以用作模拟控制，用于过程控制。

（3）位置控制

较高档次的 PLC 都有位置控制模块，用于控制步进电动机或伺服电动机，实现对各种机械的运动控制及位置控制。

2.3.4 PLC 的工作环境

（1）温度

PLC 要求环境温度在 0-55℃，安装时不能放在发热量大的元件下面，四周通风散热的空间应足够大。

（2）湿度

为了保证 PLC 的绝缘性能，空气的相对湿度应小于 85%（无凝露）。

（3）震动

应使 PLC 远离强烈的震动源，防止振动频率为 10-55HZ 的频繁或连续振动。当使用环境不可避免震动时，必须采取减震措施，如采用减震胶等。

（4）空气

避免有腐蚀和易燃的气体，例如氯化氢、硫化氢等。对于空气中有较多粉尘或腐蚀性气体的环境，可将 PLC 安装在封闭性较好的控制室或控制柜中。

（5）电源

PLC 对于电源线带来的干扰具有一定的抵制能力。在可靠性要求很高或电源干扰特别严重的环境中，可以安装一台带屏蔽层的隔离变压器，以减少设备与地之间的干扰。

2.3.5 PLC 控制交通信号灯的可行性

交通信号灯的最大特点是动作复杂、频繁，且有较多的执行元件即信号灯。在这种场合使用继电器控制逻辑必然需要大量的中间继电器和时间继电器，而这些继电器在用 PLC 控制的情况下，就可以对其内部的辅助继电器和定时器进行编程后来取代。从物理介质方面来讲，前者是要用具体的电气元件来组合，而后者只是 PLC 的内部资源，在 PLC 编程容量许可的范围内，可以不花费额外的费用来实现复杂的控制逻辑。一般的 PLC 都有上百点内部辅助继电器甚至更多，且还有多种专用的内部电器，足可以应付一般的控制要求，唯一需要做的工作就是对 PLC 进行编程。事实上 PLC 用于这种场合是最能显现出其经济性。当然我们不仅忽视了 PLC 的另一个优点，那就是其运

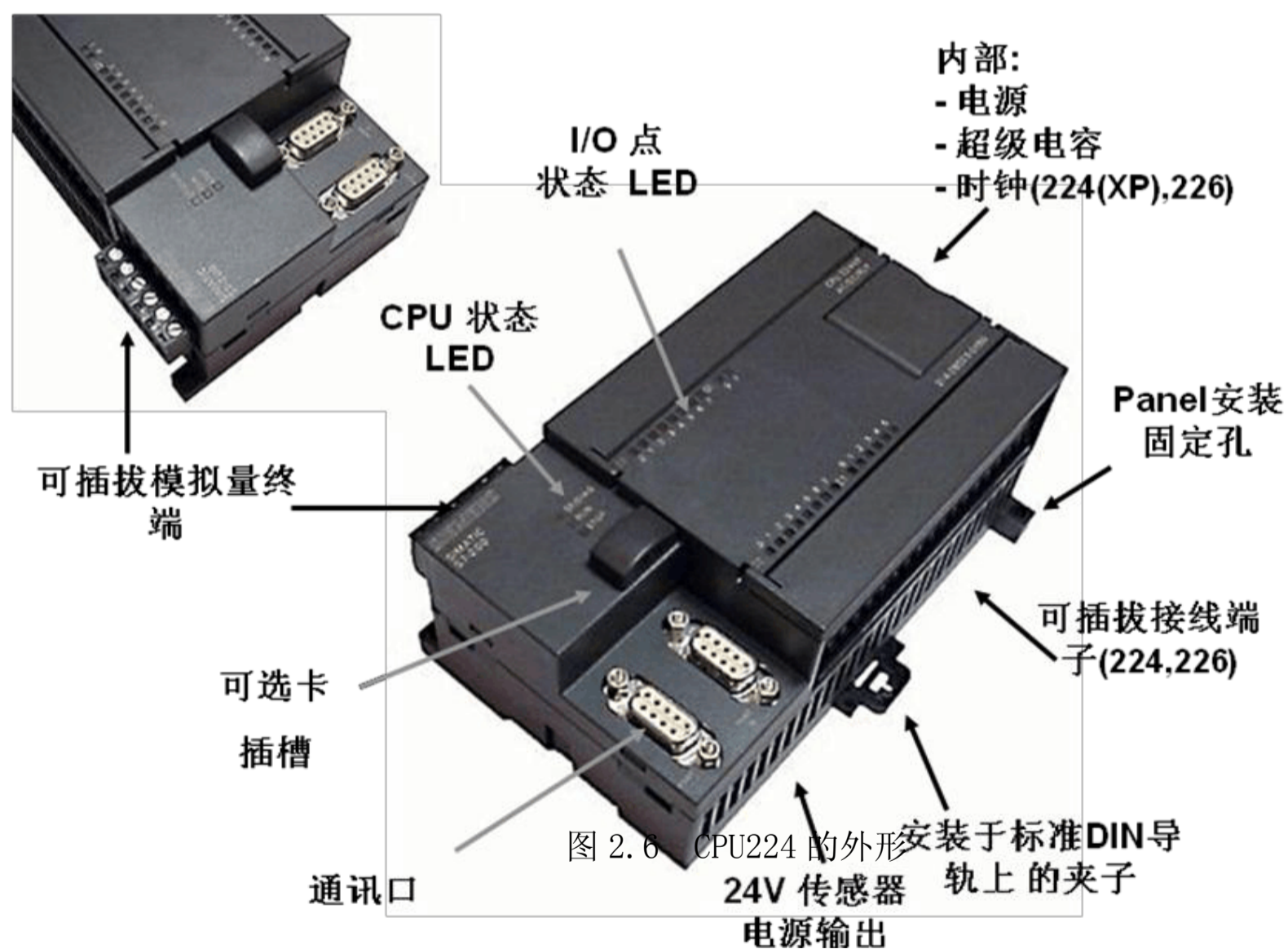
行速度及可靠性和寿命远远高于继电器控制方式，从上述意义上讲，需要大量中间继电器和定时器的交通信号灯控制系统最适合用 PLC 控制。

2.4 PLC 器件的选型

设计中，输出信号有东西方向和南北方向的指示信号灯。由于同种颜色的指示灯同时工作，为节省输出点，采用并联输出方式。CPU224 可以满足要求。因此选择 CPU224 为本次设计的主控制器。

CPU224 本机集成了 14 点输入 / 10 点输出，共有 24 个数字量 I/O。它可连接 7 个扩展模块，最大扩展至 168 点数字量 I/O 点或 35 路模拟量 I/O 点。CPU224 有 13k 字节程序和数据存贮空间，6 个独立的 30kHz 高速计数器，2 路独立的 20kHz 高速脉冲输出，具有 PID 控制器。CPU224 配有 1 个 RS-485 通讯 / 编程口，具有 PPI 通讯、MPI 通讯和自由方式通讯能力，是具有较强控制能力的小型控制器。

CPU224 的外形如图 2.6。



第 3 章 智能交通灯系统程序设计

3.1 I/O 分配表

表 4.1 I/O 分配表

符号	地址	注释
南北红	M0.0	南北红
南北绿	M0.1	南北绿
南北黄	M0.2	南北黄
东西红	M0.3	东西红
东西绿	M0.4	东西绿
东西黄	M0.5	东西黄
南北左红	Q0.6	南北左红
南北左绿	Q0.7	南北左绿
东西左红	Q1.0	东西左红
东西左绿	Q1.1	东西左绿
南北红定时器	T37	南北红定时器
南北绿定时器	T38	南北绿定时器
南北黄定时器	T39	南北黄定时器
南北左红定时器	T40	南北左红定时器
南北左绿定时器	T41	南北左绿定时器
东西红定时器	T42	东西红定时器
东西绿定时器	T43	东西绿定时器
东西黄定时器	T44	东西黄定时器
东西左红定时器	T45	东西左红定时器
东西左绿定时器	T46	东西左绿定时器
南增脉冲	I0.0	南增脉冲
南减脉冲	I0.1	南减脉冲
北增脉冲	I0.2	北增脉冲
北减脉冲	I0.3	北减脉冲

东增脉冲	I0.4	东增脉冲
东减脉冲	I0.5	东减脉冲
西增脉冲	I0.6	西增脉冲
西减脉冲	I0.7	西减脉冲
红灯输出	Q0.0	红灯输出
绿灯输出	Q0.1	绿灯输出
黄灯输出	Q0.2	黄灯输出
夜间定时器 1	T47	夜间定时器 1
夜间定时器 2	T48	夜间定时器 2
南北急车定时器	T49	南北急车定时器
东西急车定时器	T50	东西急车定时器
急车定时器 1	T51	急车定时器 1
急车定时器 2	T52	急车定时器 2
夜间模式按钮	I1.0	夜间模式按钮
南北急车	I1.1	南北急车
东西急车	I1.2	东西急车
关闭按钮	I1.3	关闭按钮

3.2 PLCI/0 接口电路

PLCI/0 接口电路如图 3.1。

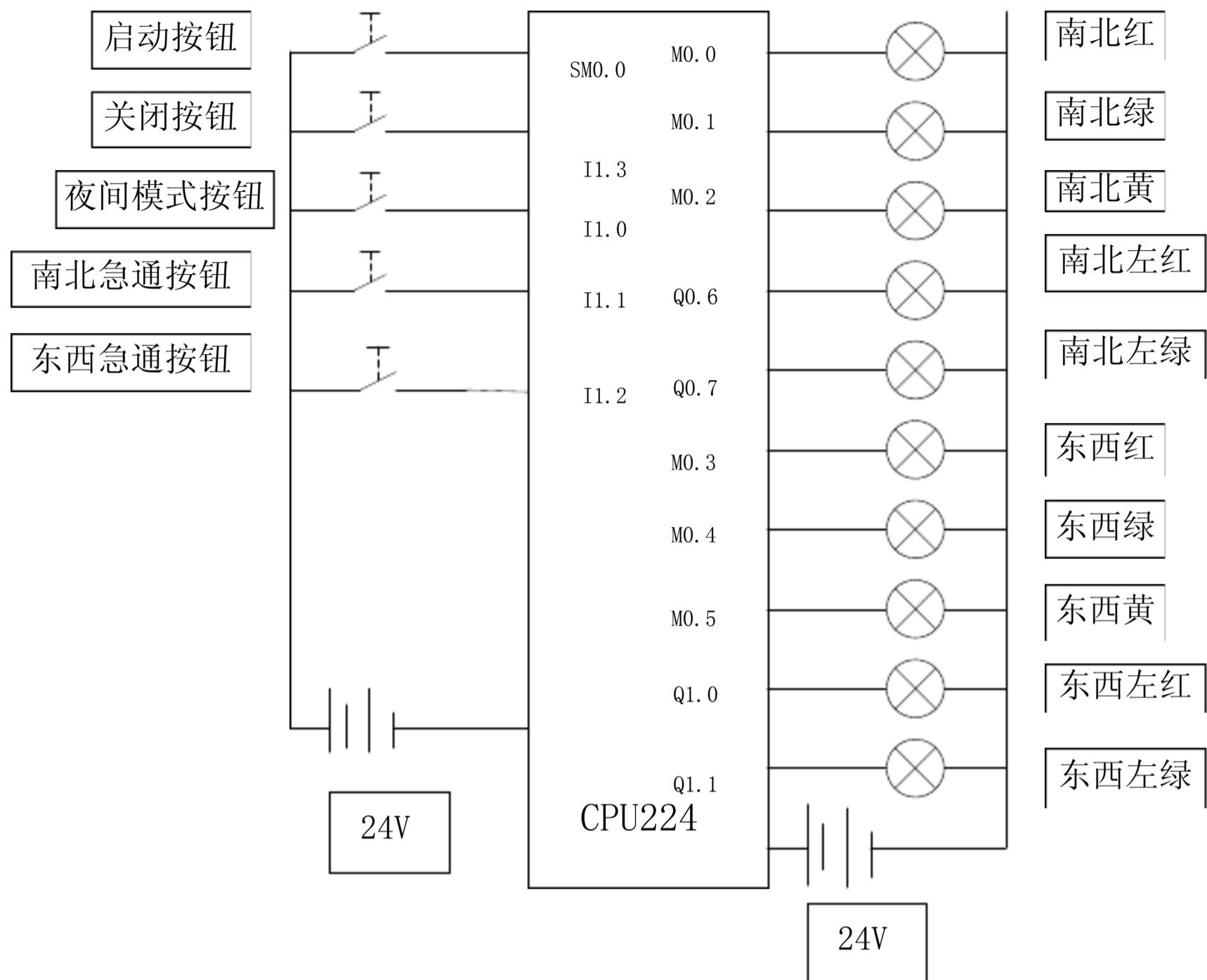


图 3.1 PLC 的硬件电路接线

3.3 十字路口交通信号布置图

(1) 南北主干道

南北主干道的交通灯有 5 个，分别是直行红灯、直行绿灯、直行黄灯、左转红灯和左转绿灯。

(2) 东西主干道

东西主干道的交通灯也有 5 个，分别是直行红灯、直行绿灯、直行黄灯、左转红灯和左转绿灯。

3.4 交通灯正常控制方式

(1) 交通信号灯受启动开关控制。当启动开关接通时，信号灯系统开始工作，启动开关断开时所有信号灯熄灭。

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/198124073114007005>