

# 邵阳职业技术学院

## 毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目： 基于 PLC 的供水控制系统设计

学生姓名： 贺顺龙

学 号： 201810300229

系 部： 电梯工程学院

专 业： 电梯工程技术

班 级： 电梯 1182 班

指导老师： 黎花叶

二 〇 二 一 年 六 月 一 日

# 目 录

一、绪论.....	1
(一) 设计的背景与意义 .....	1
(二) 供水系统发展与现状 .....	1
二、设计方案.....	2
三、系统的硬件设计.....	2
(一) 硬件的选型 .....	2
(二) 主电路图 .....	5
(三) I/O 分配表.....	6
(四) PLC 接线图.....	7
四、系统软件设计.....	8
(一) 程序流程图 .....	9
(二) 程序设计 .....	9
五、成果.....	13
参考文献 .....	14
致谢.....	15

# 基于 PLC 的供水控制系统设计

## [摘要]

本设计以某小区供水系统的改造为背景，根据供水系统的特性和实际情况的要求，采用 PLC 实现供水过程的全自动控制，满足居民用水的需要。设计的主要内容包括：供水系统的发展与现状，系统整体方案的设计、系统硬件与软件的设计。预期能基本达到用水的目标，实现了小区供水的自动化。

[关键词] PLC 供水系统 自动控制 梯形图

# 一、绪论

## （一）设计的背景与意义

我们都知道，水是人类生活、生产中不可缺少的重要物质，在建设节约型时代特征的前提下，我们这个水资源和电能短缺的国家，长期以来在市政供水、高层建筑供水、工业生产循环供水等方面技术一直比较落后，自动化程度低，而随着我国社会经济的发展，人们生活水平的不断提高，以及住房制度改革不断深入，城市中各类小区建设发展十分迅速，同时也对小区的基础设施建设提出了更高的要求。小区供水系统的建设是其中的一个重要方面，供水的可靠性、稳定性、经济性直接影响到小区住户的正常工作和生活，也直接体现了小区物业管理水平的高低。本系统就是在这种背景下设计的。

PLC供水系统集成电气技术、现代控制技术于一体。采用该系统进行供水可以提高供水系统的稳定性和可靠性，同时系统具有良好的节能性，这在能源日益紧缺的今天尤为重要，所以研究设计该系统，对于提高企业效率以及人民的生活水平、降低能耗等方面具有重要的现实意义。

## （二）供水系统发展与现状

传统的小区供水方式有恒速泵加压供水、水塔高位水箱供水、气压罐供水、液力耦合器和电池滑差离合器调速的供水方式、单片机变频调速供水系统等。这些传统的供水方式或多或少都存在各自的缺点和不足，比如：恒速泵加压供水方式无法对供水管网的压力做出及时的反应，水泵的增减都依赖人工进行手工操作水塔高位水箱供水基建投资大，占地面积大，维护不方便，水泵电机为硬起动，启动电流大、单片机变频调速供水系统开发周期比较长，对操作员的素质要求比较高，可靠性比较低，维修不方便，且不适用于恶劣的工业环境。综上所述，传统的供水方式普遍不同程度的存在浪费水力、电力资源；效率低；可靠性差；自动化程度不高等缺点，在这种情况下人们想到了基于 PLC 的供水系统设计。

目前国内外基于 PLC 的供水系统设计技术比较多，并且有些技术已经相当成熟，从简单的基于 PLC 的恒压供水系统设计到基于 PLC 的变频恒压供水系统设计，其中后者的变频技术是现在研究的核心，变频技术是在电力电子技术、计算机技术和自动控制技术及电机控制理论发展的基础上发展起来的。

本设计属于恒压供水，由于 PLC 的可靠性高、功能强、应用灵活、编程简单、使用方便等特点，与传统的供水系统相比本系统有很大的实用价值。

## 二、设计方案

恒压供水的原理分析可知，该系统主要有压力传感器、压力变送器、恒压控制单元、水泵机组以及低压电器组成。系统主要的设计任务是利用恒压控制单元控制多台水泵，实现管网水压的恒定压力供水，可供选择的方案有：

### 1. 人工控制+水泵机组+压力传感器

这种控制系统结构简单，实现起来也比较容易，就是派专人看着压力传感器传输过来的数据，人工选择哪台水泵工作和控制几台水泵机组工作。这种控制比较落后，可靠性不高。需要工作人员一直守在控制室里，实时控制，效率低。因此不选并用此方案。

### 2. 单片机+水泵机组+压力传感器

这种方式控制精度高、控制算法灵活、参数调整方便，具有较高的性能价格比。但开发周期长，程序一旦固化，修改较为麻烦，因此现场调试的灵活性差，同时在运行时，将产生干扰，水泵的功率越大，产生的干扰越大，所以必须采取相应的抗干扰措施来保证系统的可靠性。该系统适用于某一特定领域的小容量的恒压供水系统中。

### 3. PLC+ 水泵机组+压力传感器

这种控制方式灵活方便。具有良好的通信接口，可以方便地与其他系统进行数据交换，通用性强，由于 PLC 产品的系列化和模块化，用户可灵活组成各种规模和要求不同控制系统。在硬件设计上，只需确定 PLC 的硬件配置和 I / O 的外部接线，当控制要求发生改变时，可以方便地通过 Pc 机来改变存储器中的控制程序，所以现场调试方便。同时由于 PLC 的抗干扰能力强、可靠性高，因此系统的可靠性大大提高。因此该系统能适用于各类不同要求的恒压供水场合，并且与供水机组的容量大小无关。

通过对以上这几种方案的比较和分析，可以看出“PLC+水泵机组+压力传感器”的控制方式更适合于本系统。这种控制方案既有扩展功能灵活方便、便于数据传输的优点，又能达到系统稳定性及控制精度的要求。

## 三、系统的硬件设计

### （一）硬件的选型

#### 1. 水泵的选型

水泵机组的选型基本原则，一是要确保平稳运行；二是要经常处于高效区运行，以求

取得较好的节能效果。要使泵组常处于高效区运行，则所选用的泵型必须与系统用水量的变化幅度相匹配。

本设计以某小区的实际生活用水的数据进行选型，该小区生活用水具体要求为：

(1) 由多台水泵机组实现供水，流量范围 600m<sup>2</sup> / h，扬程 60 米左右，出水口水压大小为；

(2) 设置一台水泵作用于小流量时的供水；供水压力要求恒定，尤其在换泵时波动要小；

(3) 系统能自动可靠运行，为方便检修和应急，应具备手动功能。

(4) 具有完善的过载保护功能，系统要求较高的经济运行性能。

根据以上系统要求的总流量范围、扬程大小，确定供水系统设计流量和设计供水压力(水泵扬程)，考虑到用水量类型为连续型低流量变化型，确定采用 4 台上海熊猫机械(集团)有限公司生产的 SFL 系列主水泵机组。

表 3-1 水泵机组参数表

	型号	数量	主要性能参数						
			流量 m <sup>2</sup> /h	扬程 m	效率 %	转速 r/min	功率 kw	余量 m	进出口 口径 mm
水泵 机组	150sfl1160 -20x4	4	160	80	73	1450	55		150

## 2. PLC 的选型

PLC 是整个变频恒压供水控制系统的核心，它要完成对系统中所有输入信号的采集、所有输出单元的控制、恒压的实现以及对外的数据交换。因此我们在选择 PLC 时，要考虑 PLC 的指令执行速度、指令丰富程度、内存空间、通讯接口及协议、带扩展模块的能力和编程软件的方便与否等多方面因素，以日本三菱 PLC 为例，该 PLC 有 FX、A、Q 三大系列，

在 FX 系列中又有 FX1S, FX1N 和 FX2N 三种型号。依据控制任务, 从 PLC 的输入 / 输出点数、存储器容量、输入 / 输出接口模块类型等方面等来选 PLC 型号。在供水系统的设计中, 我们选择三菱 FX1N-40MR-001 型 PLC。

三菱 FX1N-40MR-001 是三菱电机推出的功能强大的普及型 PLC。具有扩展输入输出, 模拟量控制和通讯、链接功能等扩展性。是一款广泛应用于一般的顺序控制三菱 PLC。

特点: 三菱 FX1N-40MR-001 PLC 拥有相当快的速度, FX 是从 16 路到 256 路输入/输出的多种应用的选择方案; FX1N 系列是小型化, 高速度, 高性能和所有方便都是相当于 FX 系列中高档次的超小形程序装置。除输入输出 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。

三菱 FX1N-40MR-001 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。

### 3. 压力传感器的选型

压力传感器是供水系统中的主要传感器。PLC 自动控制水泵的工作情况的信息全部来自压力传感器, 它必须要有很高的可靠性, 如果压力传感器出错, 将会带来灾难性的事故, 很可能是管道爆裂或者是水压不足, 造成居民用水的不方便, 因此压力传感器的选用很关键。

根据供水系统的具体的要求, 我们选择佛山一众传感仪器有限公司的水压传感器 PY206, 如图 3-1 所示。它有以下特点:

水压传感器, 厂家采用进口高精度感应芯体, 先进的贴片工艺, 配套带有零点、满量程补偿, 温度补偿的高精度和高稳定性放大集成电路, 将被测量介质的压力转换成 0~5VDC 标准电信号。采用全不锈钢封焊结构, 具有良好的防潮能力及优异的介质兼容性。广泛

用于工业设备、水利、化工、医疗、电力、空调、金刚石压机、冶金、车辆制动、楼宇供水等压力测量与控制。

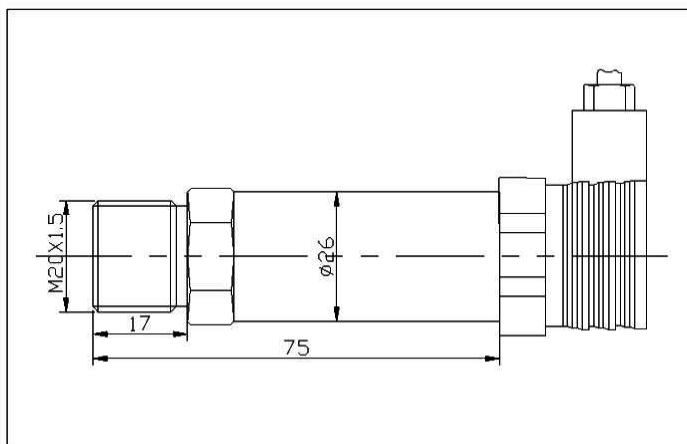


图 3-1 水压传感器 PY206 结构图

## (二) 主电路图

由设计内容和要求可知，本设计需要用到四台水泵，水泵的型号都为：150sf1160-20x4，55kw，1450 转/分，380V，144A。在设计主电路时水泵以电动机代替，图中的 KM 为接触器线圈，FR 为热继电器，主电路并设有短路过载保护。

硬件设计主电路图如图 3-2 所示：

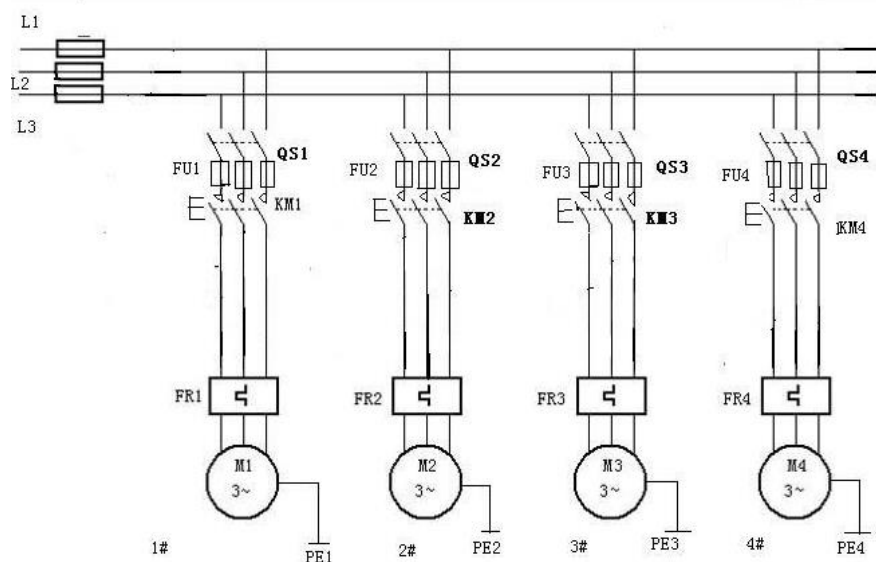


图 3-2 硬件设计主电路图

图中的三相电接入口处有熔断器，当水泵因故障或其他原因过载时，主电路上的电流超过正常值时熔断器自动熔断，起到保护水泵和主电路的作用。在每台水泵上单独再安装



熔断器 FU1、2、3、4，因为，4 台水泵的工作状态不同主电路的电流不同，主电路上的熔断器只能起到保护主电路的作用，所以，在每台水泵上单独再装上熔断器以保证当水泵超载时可单独切断电源。刀开关 QS1、2、3、4 由人工手动控制，PLC 控制电路失灵时刀开关是切断电源的唯一方法。接触器 KM1、2、3、4 是由 PLC 自动控制水泵的开关。FR1、2、3、4 是热继电器，把它们穿在电机的绕组中，当水泵过载时，热继电器动作，切断电源。M1、2、3、4 代表四台水泵。

### （三）I/O 分配表

根据系统的设计要求，PLC 控制器的 I/O 分配表如表 3-2 所示。

表 3-2 控制器 I/O 口分配表

输入元件	地址编码	输出元件	地址编码
低水压输入	X000	水泵 1 接触器	Y001
正常水压输入	X001	水泵 2 接触器	Y002
高水压输入	X002	水泵 3 接触器	Y003
模式选择开关	X003	水泵 4 接触器	Y004
自动模式开关	X004	水泵 1 工作指示灯	Y005
水泵 1 过载	X005	水泵 2 工作指示灯	Y006
水泵 2 过载	X006	水泵 3 工作指示灯	Y007
水泵 3 过载	X007	水泵 4 工作指示灯	Y010
水泵 4 过载	X010	自动模式指示灯	Y011
水泵 1 手动开	X011	手动模式指示灯	Y012
水泵 1 手动关	X012	自动模式开关指示灯	Y013
水泵 2 手动开	X013	高压报警灯	Y014
水泵 2 手动关	X014	低压报警灯	Y015
水泵 3 手动开	X015		
水泵 3 手动关	X016		
水泵 4 手动开	X017		

#### (四) PLC 接线图

按照以上设计的 I/O 口分配表，PLC 接线如图 3-3 所示。

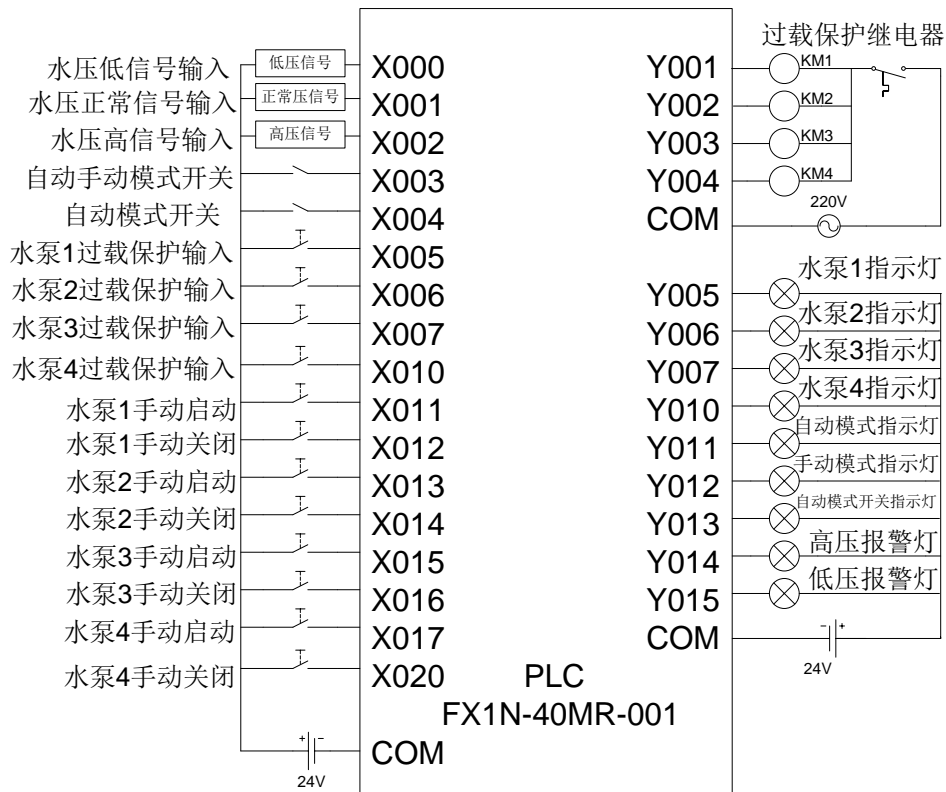


图 3-3 供水系统 PLC I/O 接线图

如图 3-3 所示，按键 S1-S16 分别为不同信号输入，COM 口为公共端，Y001-Y015 分别为不同控制信号输出端，输出控制信号控制执行电路的工作状态。其中，S3 是自锁开关，当 S3 接通时系统工作在手动模式，当 S3 断开时，系统工作在自动模式，而 S3 的默认状态是断开的。S4 是当系统工作在自动模式时的开关，当 S4 接通时，自动工作有效，当 S4 断开时，自动工作停止。S4-S8 是过载保护的输入，以开关形式代替。过载保护，除了有硬件上的保护还有 PLC 程序中的保护，以确保系统的可靠性。S9-S16 是手动模式下的功能选择，使 4 台水泵可以任意设置其工作状态，4 台水泵在手动控制模式下是相互独立的，相互之间没有影响。

Y1-Y4 是水泵的接触器控制端，由于选用的 PLC 是继电器输出型，因此可以直接驱动接触器，为了增加系统的安全系数，在接触器和 PLC 组成的回路中加入了热继电器。Y5-Y10 是各个水泵工作状态指示灯口，Y11 是自动模式指示灯控制口，Y12 是手动模式指示灯控制口，Y13 是自动模式开关状态之灯控制接口。Y14 是高压报警指示灯，当只有一台水泵在工作，但是，水压还是超过正常值，这时就要报警来提醒工作人员，由工作人员决定是

否手动关掉所有水泵。Y15 是低压报警指示灯，当 4 水泵都投入工作，但是，水压还是低于正常值，如果这种状态经常发生，那么，这个系统就要考虑增设一台水泵以保证供水的正常。

## 四、系统软件设计

供水系统概况：供水系统有水泵 4 台，供水管道安装压力检测开关 K1，K2 和 K3。K1 接通，表示水压偏低；K2 接通，表示水压正常；K3 接通，表示水压偏高。

### 1. 控制要求：

(1) 自动工作时，当用水量少，压力增高，K3 接通，此时可延时 30s 后撤除 1 台水泵工作，要求先工作的水泵先切断；当用水量多时，压力降低，K1 接通，此时可延时 30s 后增设 1 台水泵工作，要求未曾工作过的水泵增加投入运行；当 K2 接通，表示供水正常，可维持水泵运行数量。工作时，要求水泵数量最少为 1 台，最多不得超出 4 台。

(2) 各水泵工作时，均应有工作状态显示。

(3) 手动工作时，要求 4 台水泵可分别独立操作（分设起动和停止开关），并分别具有过载保护，可随时对单台水泵进行断电控制。

(4) 设置“自动 / 手动”切换开关（ON——手动，OFF——自动），另设自动运行控制开关（ON——自动运行，OFF——自动运行停止）。

2. 扩展功能报警功能，当只有 1 台水泵工作，水压仍然高，发生高压报警，当 4 台水泵都工作，水压仍然低，发生低压报警。

## (一) 程序流程图

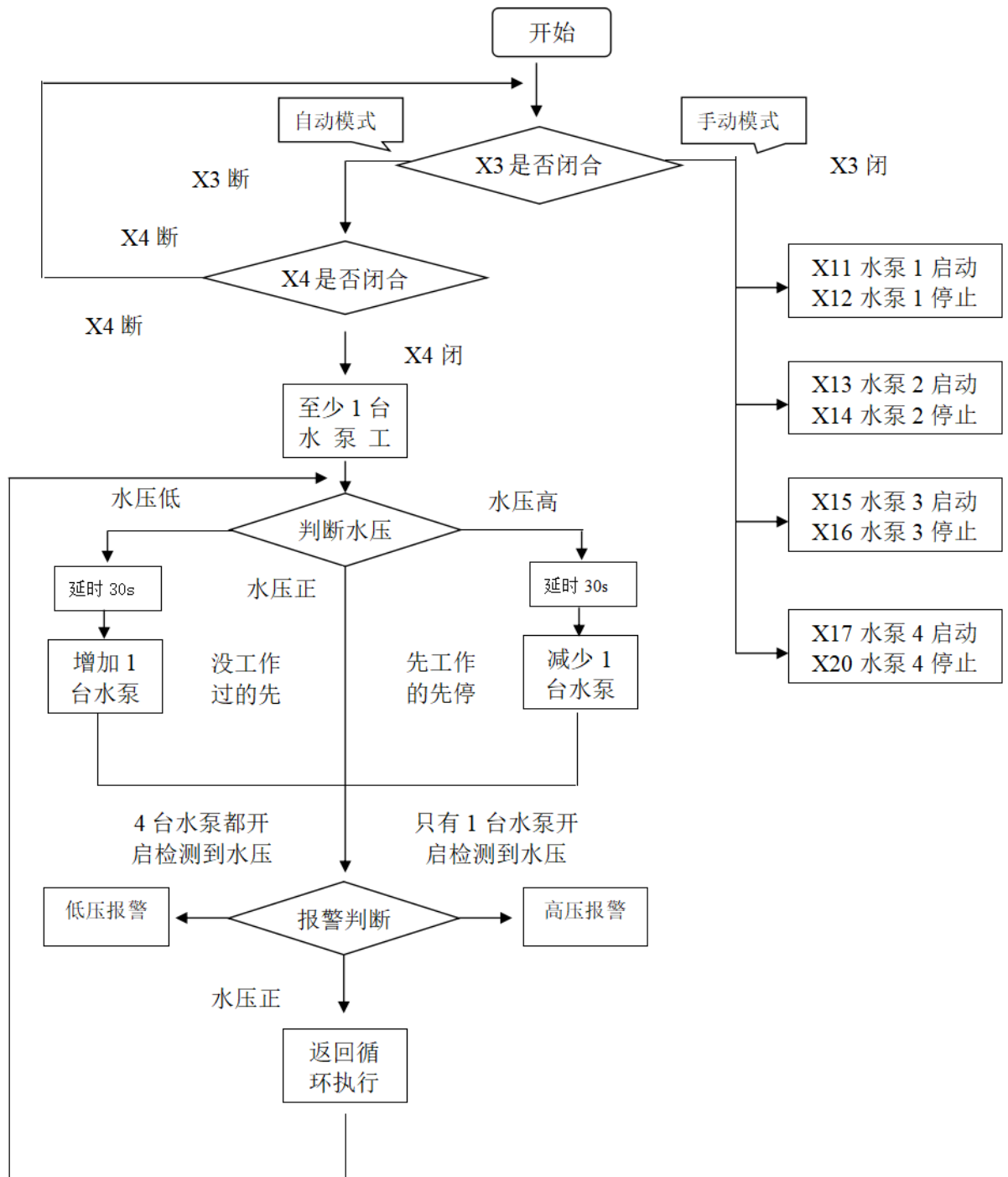


图 4-1 供水系统程序流程图

## (二) 程序设计

### 1. 主程序的模式选择部分程序设计及解析



图 4-2 主程序模式选择

这是主程序的模式选择部分,当 X3 接通时选择手动模式,在手动模式下要打开手动模式指示灯即 SET Y012,同时把自动模式的指示灯关掉即 RST Y011。再调用手动处理子函数。然后复位在自动模式下开启的 T0 和 T1,这时为下一次进入自动模式做好准备;当 X3 断开时,系统工作在自动模式,这时要关闭手动模式指示灯同时打开自动模式指示灯,然后调用自动模式子程序。

## 2. 水压低处理初始化部分程序设计及解析

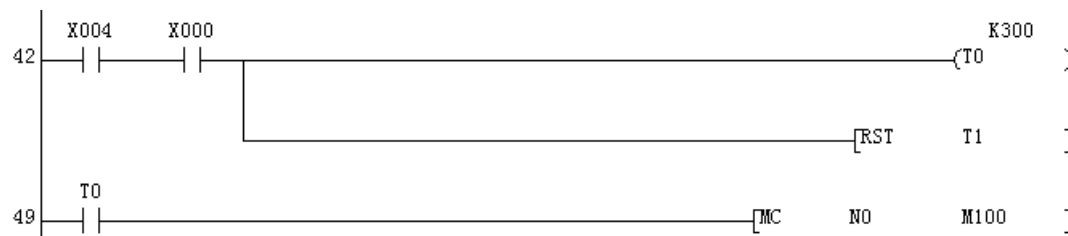


图 4-3 水压低处理初始化

这是水压低处理初始化部分。当自动模式开启即 X4 闭合,同时 X0 即水压低输入 I/O 口闭合,则程序进入。首先,要打开定时器 T0 定时 30S,30S 之后再增加要增加水泵,这样的设计为的是系统的稳定性。如果不延时,立马开启水泵,那么,4 台水泵会频繁的开启和停止,将严重影响水泵的寿命。

在进入低压处理部分时对 T1 即高压延时定时器复位,这是为进入高压处理做好准备。用以实现 30s 延时,如果不 RET T1,有可能刚进入高压处理部分立马就切断水泵。

后边的程序采用 MC 和 MCR 指令是为了增加程序的简洁和可读性。

### 3. 水压高处理初始化部分程序设计及解析

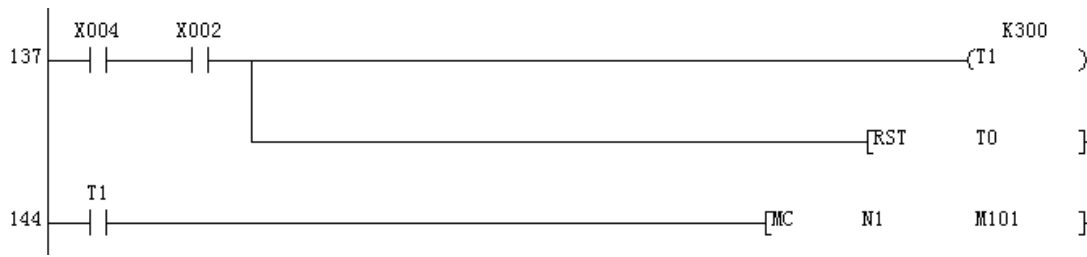


图 4-4 水压高处理初始化

与上面的水压低处理相同, 水压高处理采用相同的初始化处理方式, 这里不再详细解析。

### 4. 过载保护程序设计及解析

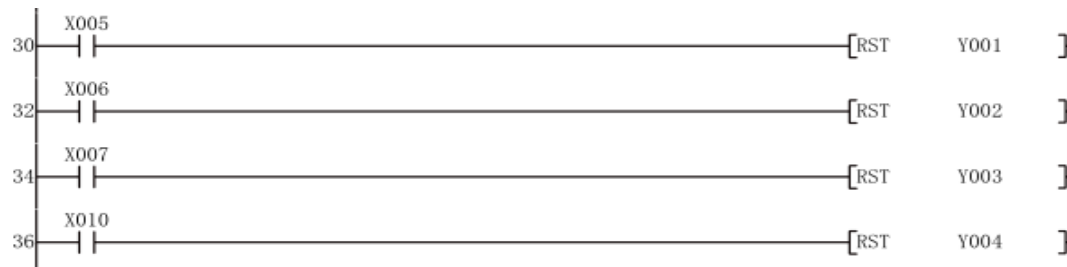


图 4-5 过载保护

虽然硬件上有热继电器和熔断器, 但是为了系统的可靠性和完整性, 在主程序中还是写入了过载保护, 当过载保护检测到时, 立即停止所有水泵, 以保证水泵和整个电路的安全。这样的设计虽然会增加系统的复杂性, 但是, 却提高了系统的可靠性。

### 5. 水泵工作状态指示程序设计及解析

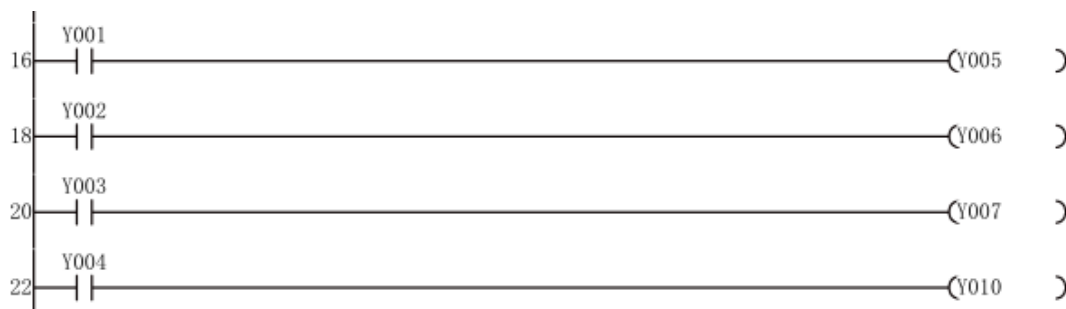


图 4-6 水泵工作状态指示

每一台水泵的工作状态, 可以通过 PLC 的 Y05、Y06、Y07, Y10 控制的指示灯上看到, 这样方便管理监测和维护水泵。能够实时的看到 PLC 的控制结果, 而不必到现场看水泵的工作状态, 相当于起到了人机交互的作用, 体现了系统的人性化设计理念。

### 6. 低压报警程序设计及解析



图 4-7 低压报警

低压报警，当 4 台水泵都投入工作，但是，水压还是低于正常值，将会对用户造成很大的不便。如果这种状态经常发生，那么，系统就会提醒管理人员增设水泵以保证供水的正常。

### 7. 高压报警程序设计及解析

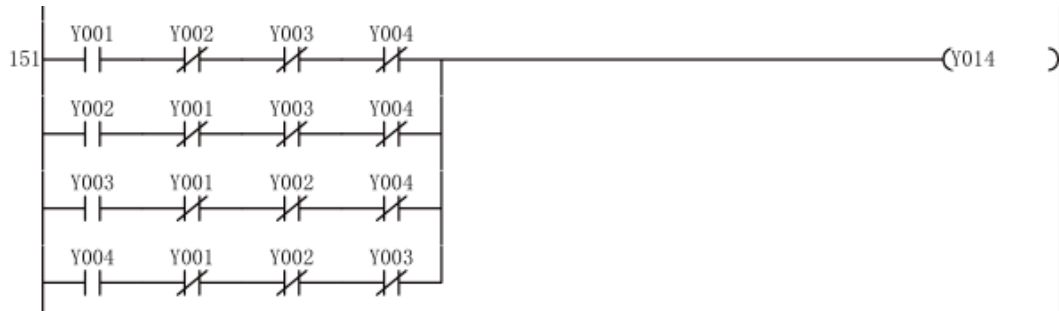


图 4-8 高压报警

高压报警，当只有一台水泵在工作，但是，水压还是超过正常值，这时就要通过报警来提醒工作人员，由工作人员决定是否手动关掉所有水泵。因为，如果水压过高将会对管道造成破坏，很有可能是管道破裂，造成水资源的浪费。

### 8. 水泵工作状态和顺序记忆程序设计及解析

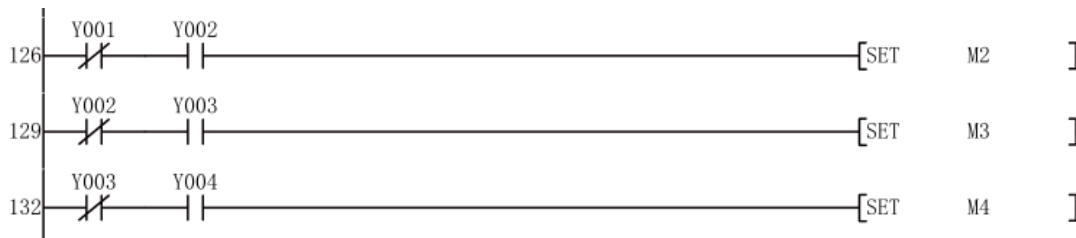


图 4-9 顺序记忆

这是工作顺序记忆程序，因为只有记住了哪台水泵先工作，才能“实现先工作的先停止，没工作过的先工作”。

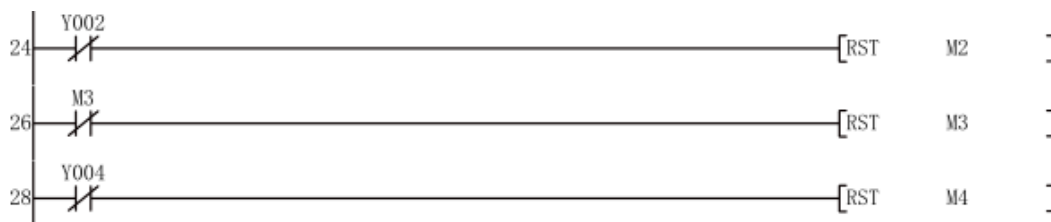


图 4-10 顺序记忆

这是记忆的复位, 因为, 记忆水泵的工作顺序, 如果不复位, 那么, 它的效果将和没有记忆效果一样。

## 五、成果

本次设计的系统主要有压力传感器、PLC、水泵机组以及低压电器组成。根据系统的设计任务要求, 结合系统的使用场所, 故本次设计采用的“PLC+水泵机组+压力传感器”的控制方式。系统主要的设计任务是利用控制单元控制一台水泵或循环控制多台水泵, 实现管网水压的恒定和水泵电机的启动, 同时还要能对运行数据进行传输。该系统不仅有效地保证了供水系统管网压力恒定, 而且具有工作可靠信。

历时三个月的毕业设计已经告一段落。经过自己的探索努力以及老师的耐心指导和热情帮助, 本设计已经基本完成。同时创新实验室的开放也为我的设计提供了实习场地。在此对机电一体化技术专业所有老师表示深深的感谢。

通过这次毕业设计, 使我深刻地认识到学好专业知识的重要性, 也理解了理论联系实际的含义, 这次毕业设计使我对 PLC 有了更加深刻的了解和掌握。并且检验了大学三年的学习成果。虽然在这次设计中对于知识的运用和衔接还不够熟练。但是我将在以后的工作和学习中继续努力、不断完善。这一个月的设计是对过去所学知识的系统提高和扩充的过程, 为今后的发展打下了良好的基础。



## 参考文献

- [1] 陈佳彤. 基于可编程控制器的供水系统设计与实现[J]. 产业与科技论坛, 2020, 19(14): 54-55.
- [2] 李树雄. 可编程控制器原理与应用及应用教程[M]. 北京航空航天大学出版社, 2020: 43-68.
- [3] 唐焱明, 刘光亚. 基于 PLC 楼栋恒压供水装置的设计与实现[J]. 船电技术, 2020, 40(6): 24-29.
- [4] 司道远. PLC 控制的恒压供水系统设计分析[J]. 无线互联科技, 2018(11): 139-140.
- [5] 陈立定. 电气控制与可编程控制器技术[M]. 北京: 北京人民邮电出版社, 2018: 18-35.
- [6] 许德浩. 基于 PLC 控制的恒压供水系统设计[D]. 天津: 天津大学, 2019.
- [7] 张培志主编, 《电气控制与可编程序控制器》[M]. 化学工业出版社, 2018: 22-34.
- [8] 张万忠. 可编程控制器应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2019: 25-27.
- [9] 姜素霞, 闫艳霞, 杨小亮. 基于 PLC 控制的恒压变频调速供水系统设计与仿真[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2017 (1): 62-65.
- [10] 范子荣. 基于 PLC PID 控制的变频恒压供水系统研究[J]. 工业控制计算机, 2020, 33(9): 100-101.

## 致谢

在本次毕业设计编写过程中，我得到了黎老师的大力支持。从设计题目的选定、设计的思路与要求和到最后的编写，黎老师都给了我许多指导和帮助。在设计项目的开始阶段，也是我最迷茫的阶段，黎老师给了我很多方向上的建议和指导，使我明确了设计目的。毕业设计是一个系统化的工程，在这个过程中我遇到了很多无法靠自己能力以及知识储备来解决的问题，尽管付出了很多努力，但是仍然无法有明显的进展，这使我明白了协同工作的重要性。一个人的知识面永远都是有限的，在接触到一个全新的领域时，都会遇到很多棘手的问题，这是就要不断地想别人请教和咨询。这次的毕业设计不进而我了解了很多新的知识，更重要的是我检索和获取知识的能力得到了很大的提高，这跟老师们给我的指导也是分不开的。

最后，还要感谢邵阳职业技术学院以及电梯工程学院的所有老师在这大学三年中给我的培养。三年的培育，不仅使我学到了很多新知识，更重要的是，使我建立起了一套完整的科学思考观，正是有了这样科学的分析和思考问题的方式，才能使我解决毕业设计中遇到的一系列问题，同时这在我以后的生活、学习和工作中也将起到举足轻重的作用。