

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 控制的自动洗车系统设计

学生姓名： 舒辉

学 号： 201710300838

系 部： 电梯工程学院

专 业： 机电一体化技术

班 级： 机电 1171 班

指导老师： 黎花叶

二 0 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、绪论.....	1
(一) 设计背景及意义.....	1
(二) PLC 控制全自动洗车机的优越性	1
二、自动洗车系统的原理及其分析	1
(一) 总体设计.....	1
(二) 系统的工作原理.....	2
三、系统的硬件设计	3
(一) 自动洗车的硬件设计.....	3
(二) 系统的硬件选型.....	4
四、自动洗车系统的设计	7
(一) I/O 分配	7
(二) 外部接线方式.....	7
(三) 系统的工作流程.....	8
(四) PLC 程序	12
五、基于组态王的系统监控设计	14
(一) 建立监控画面.....	14
(二) 编写循环脚本程序.....	15
(三) 启动监控机自动运行组态王.....	15
六、成果	16
参考文献.....	17
致 谢	18

基于 PLC 控制的自动洗车系统设计

[摘要]

本次设计一个全自动洗车机的控制系统。采用 PLC 进行控制，在进行充分调研和系统功能需求分析的基础上，对系统的硬件和软件部分进行设计，同时，以 S7-200PLC 作为下位机处理核心负责现场数据采集，通过组态一系列典型界面、设计变量来处理数据、归档、现场远程操作等手段。通过合理的选择和设计，预期改善洗车系统的功能以及提高效率。

[关键词] 洗车机 PLC 控制系统 组态软件

一、绪论

（一）设计背景及意义

在当前中国洗车市场领域，存在着人工洗车，半自动洗车，全自动洗车等三种主要方式洗车的应用。人工洗车方式的主要优点在于资金投入少，洗车管理较方便，洗车质量最优质。但其缺点也极其突出，主要在于较浪费水资源，浪费人力以及人工难管理。半自动洗车方式的优点在资金投入比全自动洗车机便宜，但是不可避免的暴露了不能较好的节省水电，也不能较好的节省人力，并且由电脑程序控制流程，洗车效率较高，节约水资源。但资金投入较大，后期维护较为麻烦。由于全自动洗车方式具有洗车质量优质，洗车效率高巨大优势，故广受用户欢迎。欧美发达国家早已普及这种全自动洗车方式，正是其巨大优势，使其能够在欧美如此普及。当前国家正在号召建立节约型社会，故推广普及全自动洗车机具有重要意义。

（二）PLC 控制全自动洗车机的优越性

全自动洗车机目前拥有的控制方式有 PLC、单片机、FPGA 以及基于 PC 和 Lab View 的控制方式。由于基于单片机的控制方式扩展性较差，FPGA 较难适应全自动洗车机恶劣的工作环境，且由于其不太适用与装备如此大型的机器，在处理速度上体现不出它的优势所在基于 PC 和 Lab View 的控制方式虽然在各方面都能满足洗车机的要求，但其售价高昂，后期维修费用也高昂。所以从性价比、可扩展性及实用性等角度，决定了当前 PLC 控制是主流。

基于 PLC 控制的全自动洗车机的具有可靠性高、抗干扰能力强，功能完善、适用性强，维护方便、改造方便，体积小、重量轻、能耗低等许多优点。由于基于 PLC 控制的全自动洗车机相比基于其他控制方式的全自动洗车机有许多无可比拟的优点，所以现在大部分全自动洗车机是基于 PLC 控制。

PLC 控制的全自动洗车机的编程语言容易掌握，是电控人员熟悉的梯形语言，使用术语依然是“继电器”一类术语，大部分与继电器触头链接相对应，使电控人员一目了然。PLC 控制使用简单，他的 I/O 输入输出信号可以直接连接。

当工作程序需要改变时，只需要改变 PLC 的内部，重新编写程序，无需对外围进行重新改动。从这些方面突出了使用 PLC 控制的自动洗车机的优越性。

二、自动洗车系统的原理及其分析

（一）总体设计

本系统是采用 PLC 程序控制的，在各个输入信号作用下，根据内部状态和时间顺序，使生产过程中各个执行机构自动而有序地进行工作。用 PLC 进行生产过程的控制时，首先要根据系统工艺过程设计出系统的原理框图如图 2-1 所示。

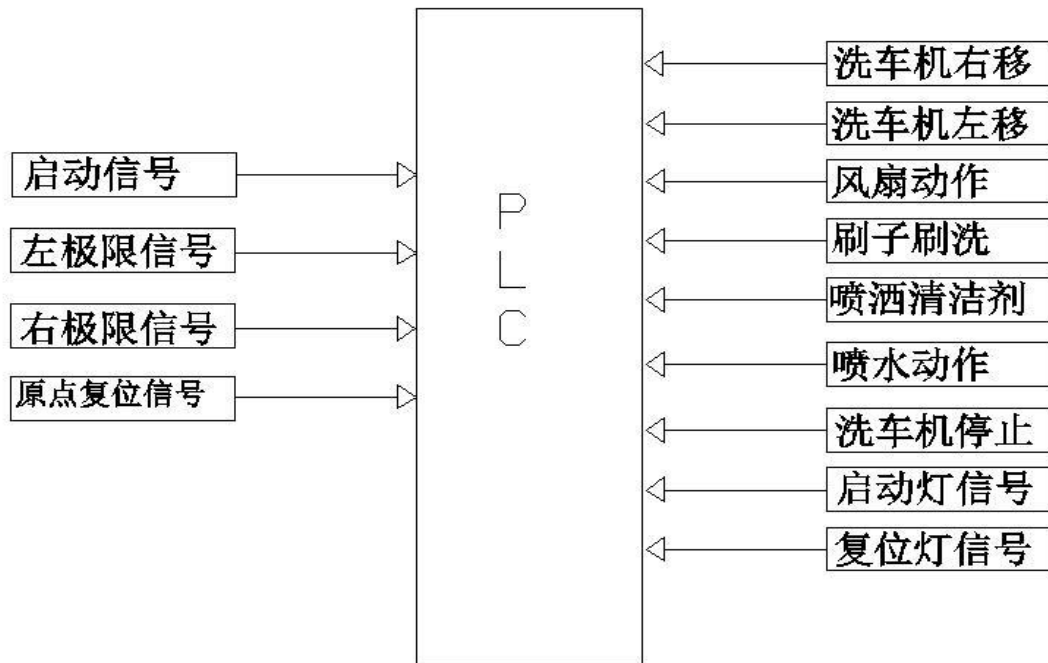


图 2-1 系统的原理框图

（二）系统的工作原理

洗车机的主运动是左右循环运动，由左右行程开关控制，同时不同循环次序伴随不同的其它动作，如喷水、刷洗、喷洒清洁剂及风扇吹干动作等。系统还采用了复位设计，如在洗车过程中由其它原因使洗车停止在非原点的其它位置，则需要手动对其进行复位，到位时复位灯亮，此时才可以启动，否则启动无效，洗车机经启动后，可自动完成洗车动作后自行停止。

洗车机第一次右移时有喷水及刷洗动作，到达右极限使右极限开关动作从而控制洗车机左移，而喷水及刷洗继续，直到碰到左极限开关。洗车机第二次右移时，喷水停止、刷子动作及清洁剂开始喷洒，直到右极限行程开关动作，洗车机左移清洁剂继续喷洒，直到使左极限开关动作。洗车机第三次右移时，洗车机右移 3s 停止，刷子刷洗 5s，连续两次后继续右移，直到碰到右极限开关，其中，洗车机右移及刷子刷洗由接通延时计时器 T37 和 T38 形成的震荡电路控制，直到碰到右极限开关后通过互锁使刷子动作电路断开，刷子停止工作。此时洗车机左移，进行和上次右移时同样的动作，直到碰到左极限行程开关。洗车机第四次右移，喷洒清水及刷子动作，直到碰到右极限开关。洗车左移同时喷水刷洗继

续直到喷到左极限开关喷水刷洗停止。洗车机第五次右移，风扇开始动作，直到碰到右极限开关，洗车机左移风扇继续动作。洗车机左移直到碰到左极限开关，控制整个设备停止，洗车机完成洗车。

三、系统的硬件设计

（一）自动洗车的硬件设计

汽车清洗机主要包括机架行走结构、大侧刷刷洗结构、小侧刷刷洗结构、顶刷刷洗结构、吹干系统以及清洗液管路系统。

机架采用两台交流异步电动机作为驱动源。通过控制行走电机的正转、反转，使机架前进或后退。同时，为保证汽车清洗机在轨道上运行的安全性，在轨道两端特设立两个行程开关，以控制机架行走的范围。机架行走电机的控制由手动前进按钮、手动后退按钮。两个行程开关等控制两台电机的接触器来实现。

大侧刷刷洗结构由大侧刷定位机构和刷子转动机构组成。刷子转动由两台交流异步电动机作为驱动源，且需要对刷子转动通过对两个交流接触器的控制来实现正反转控制，大侧刷定位机构以两支气缸作为驱动源，气缸的状态通过控制电磁阀来实现，同时大侧刷要进行原位，中间位置和与车头、车尾相碰位置的识别，这些位置识别则通过四个接近开关和两个行程开关来实现。

小侧刷刷洗结构由定位机构和刷子转动机构组成。刷子转动由两台交流异步电动机作为驱动源，不需要对刷子进行正反转控制。小侧刷定位机构以两支双作用的气缸作为驱动源，其运行通过控制电磁阀来实现对小侧刷的定位。

顶刷刷洗结构由定位机构和刷子转动机构组成。刷子转动由一台交流异步电动机作为驱动源，不需要进行正反转控制。顶刷定位机构以一支气缸作为驱动源，其运行通过控制电磁阀来实现。同时，由于机架运行状态受顶刷位置的影响，为保证运行的安全，顶刷原位设计安装一支定位接近开关，以判定顶刷是否回位。

吹干系统包括风管运行机构和吹风系统，吹风系统由两台风机和相应管路组成。它的通断可通过控制两支交流接触器来实现。风管运行机构以一支气缸作为驱动源，其运行通过控制电磁阀来实现，但由于吹干效果受风管仿形效果影响很大，加上风管坚硬，一旦与车体接触易造成汽车外观的损伤，因此设计风管吹风定位光电开关和风管定位安全接近开关来保证风管位置的精确识别。

清洗液管路系统主要由一台潜水泵、一台水泵以及各种洗车药剂的控制阀组成，潜水

泵和水泵运转通过控制两支交流接触器来完成，而管路的通断则由电磁阀来实现。

总之，整个汽车清洗机运行需要各个机构以及管路电磁阀协调配合，只有这样，才能保证洗车机安全运行，达到安全、高效清洗车辆的目的。

（二）系统的硬件选型

1. PLC 的选型

S7-200 是一种小型的可编程序控制器，适用于各行各业，各种场合中的检测、监测及控制的自动化设备。S7-200 系列的强大功能使其无论在独立运行中，还是相连成网络皆能实现复杂控制功能。因此，本次设计选用 S7-200 系列 CPU 224 作为系统控制器，CPU224 配有一个 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。

2. 电机的选型

在主电路中，电动机选择三相异步电动机 Y100L2-4，外形如图 3-1 所示。其铭牌参数为：“Y”型接法，功率为 3KW、转速 1500r/min、额定电压 380(V)、额定电流 6.8(A)。安装尺寸和功率等级完全符合 IEC 标准。电动机具有高效、节能、性能好、振动小、噪声低、寿命长、可靠性高、维护方便、起动转矩大等优点。



图 3-1 电动机 Y100L2-4 外形

3. 变频器及控制方式选择

在工程的实际应用中，变频器的选型应根据不同的负载和不同控制要求来合理选择，以达到资源的最佳利用。

根据设计要求，其功能要求主要有：运行/停止控制、故障状态输出、给定运行频率输入功能、模拟量输出功能。所以选择的变频器质量要稳定，可靠性要好。

本次设计选用变频器 ACS510，其广泛应用在工业领域，适用各种类型负载，且 ACS510

还针对水泵应用作了特殊的优化，普遍用于恒压供水，冷却风机，地铁和隧道通风机等。在系统中，供水运行的下限频率、供水运行的上限频率由 PLC 控制系统进行设定，运行时下限频率设定为 20Hz，运行时上限频率设定为 50Hz。变频器设定的参数见表 3-1。

表 3-1 变频器的参数

变频器	适用电机容量(KW)	输出额定容量(KVA)	输出额定电流	过载能力	电源额定输入交流电压/频率	冷却方式
ACS510-01-012A-4	5.5	9.1	12A	150%60s 、 200% 0.5s	三相，380V 至 480V /50Hz/60Hz	强制 风冷

4. 接触器的选择

交流接触器的主触点接在主电路中，起到接通或断开电源，启动或停止电动机的作用，线圈和辅助触点接在控制电路中，可以按照要求来联接，也可以起到接通或断开控制电路某些分支的作用。同时接触器还可以起欠压保护的作用。选择接触器时，需要注意它的额定电流和线圈电压及触点数量。

本次系统选用施奈德 CJX2(LC1)系列 LC1-D18 规格交流接触器，因为 CJX2(LC1)系列交流接触器适用于交流 50Hz 或 60Hz、电压至 660V、电流至 95A 的电路中，供远距离接通与断开电路以及频繁起动、控制交流电动机。该规格交流接触器的其主要参数如下：

额定绝缘电压 $U_r = 690V$ ；

约定发热电流 $I_{t\theta} = 32A$ ；

外形尺寸长×宽×高:76 (cm) ×47 (cm) × 87 (cm)。

5. 开关的选型

万能转换开关主要用于工作方式的选择，由于 LW39-16 系列广泛运用于电气控制屏柜和机电控制中的测量、控制的等场合。有 A、B、C 三个系列可供选择，充分的考虑了各行各业用户的不同使用需求。LW39-16 系列万能转换开关造型美观、使用方便、安全可靠。约定发热电流 16A；操作角度 30°、45°、90°；触头系统最大节数 12 节，因此本次选择 LW39-16A 开关。

6. 主开关的选择

供水系统的主开关对水泵起着控制、保护、安全隔离等作用，一般选择低压断路器。本系统选用 MULTI9 C65N (IEC898)低压断路器，主要是由于 C65 系列有下面的特点：

(1) 考虑了中国低压配电的特殊要求；

- (2) 具有更广的选择范围与更强的性能，满足了不同领域对配电的要求；
- (3) 提供更丰富更方便安装的辅件及附件，真正满足自动化控制的需要；
- (4) 分断能力较 C45 小型断路器有明显提高，且所有额定电流值的分断能力相同。

7. 喷头的选型

喷头在自动洗车装置中至关重要，如果喷头发生堵塞或雾化效果达不到设计要求，则会影响清洗效果。根据洗车特点，选用具有大流道，能提供均匀、高冲击力喷雾的喷头。根据清水池内悬浮物颗粒径及自动清洗过滤精度，选择喷头孔径为 5mm，喷流角度为 35° 时水压为 0.35-0.45MPa 的 P 型喷头。为防止喷头发生锈蚀，材质选用不锈钢。

喷头水力计算。喷头出口孔径为 5mm，为达到洗车效果，确定垂直射流高度为 10m，则喷头水压为 0.20MPa，管嘴出水流量为 1.30m³/h；出口有收缩，取流量系数为 0.94；喷头数量为 24 个，则总流量为 31.20m³/h。

8. 水泵的选型

因洗车间隔时间为 3min 左右，水泵需频繁启动，而且要求水泵启动后立即出水，因此需要对水泵进行变频控制。自动洗车装置正常运行时无需人工操作，自动启停，要求水泵可以方便的进行自动控制。

总体要求为：洗车用水循环使用，悬浮物含量较高，要求耐磨蚀；水泵设置在清水池顶板上，要求具有自吸功能，且无需重复引流，自吸性能稳定；自控能力强，方便与自动化系统配套使用。

因此，水泵可采用无密封自控自吸泵。为降低造价，不在新设泵房，水泵采用露天工作，点击选用户外型。根据水力计算，自控自吸泵流量为 41-52m³/h，量程 48-42m。

9. 电气控制系统原理图设计

根据洗车机的功能，设计出洗车机的主电路图如图 3-2 所示。

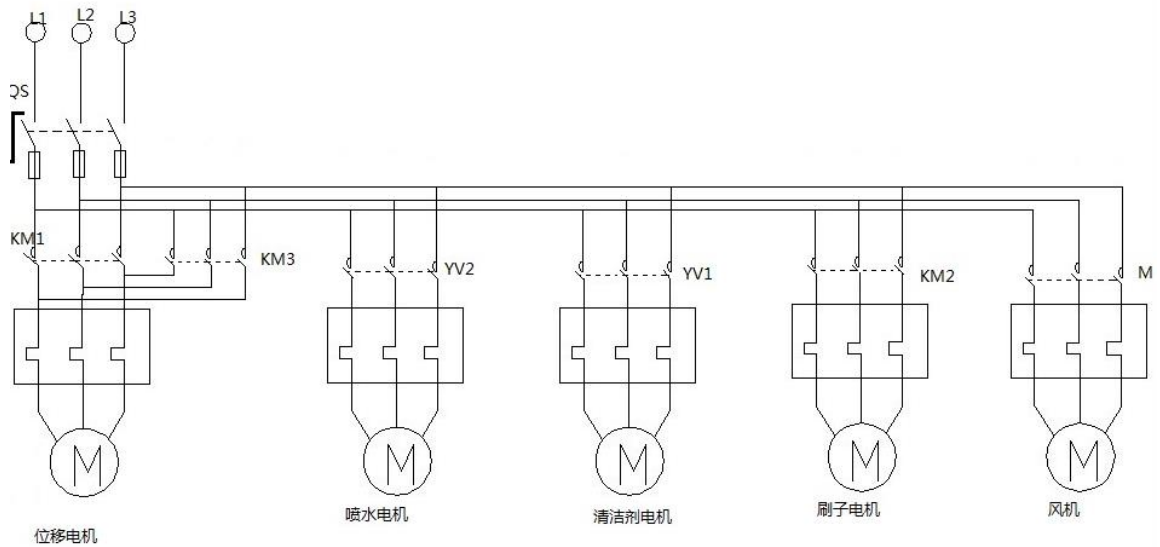


图 3-2 洗车机的主电路图

四、自动洗车系统的设计

(一) I/O 分配

由系统的组成分析可知，系统共有输入点 14 个、开关量输出点 6 个、模拟量输入输出各 1 个。下表为 PLC 的 I/O 分配表见表 4-1 所示。

表 4-1 I/O 分配表

控制信号	信号名称	元件名称	元件符号	地址编码
输入信号	启动信号	常开按钮	SB1	I0.0
	右极限信号	行程开关	SQ1	I0.1
	左极限信号	行程开关	SQ2	I0.2
	原点复位信号	常开按钮	SB2	I0.3
输出信号	洗车机右移	接触器	KM1	Q0.0
	风扇动作	接触器	M	Q0.1
	刷子刷洗	接触器	KM2	Q0.2
	洗车机左移	接触器	KM3	Q0.3
	喷洒清洁剂	电磁阀	YV1	Q0.4
	喷水动作	电磁阀	YV2	Q0.5
	洗车机停止	接触器	KM4	Q0.6
	启动灯信号	灯泡	HL1	Q0.7
复位灯信号	灯泡	HL2	Q1.0	

(二) 外部接线方式

根据 I/O 输入输出分配表，外部电气接线原理图见图 4-1 所示。

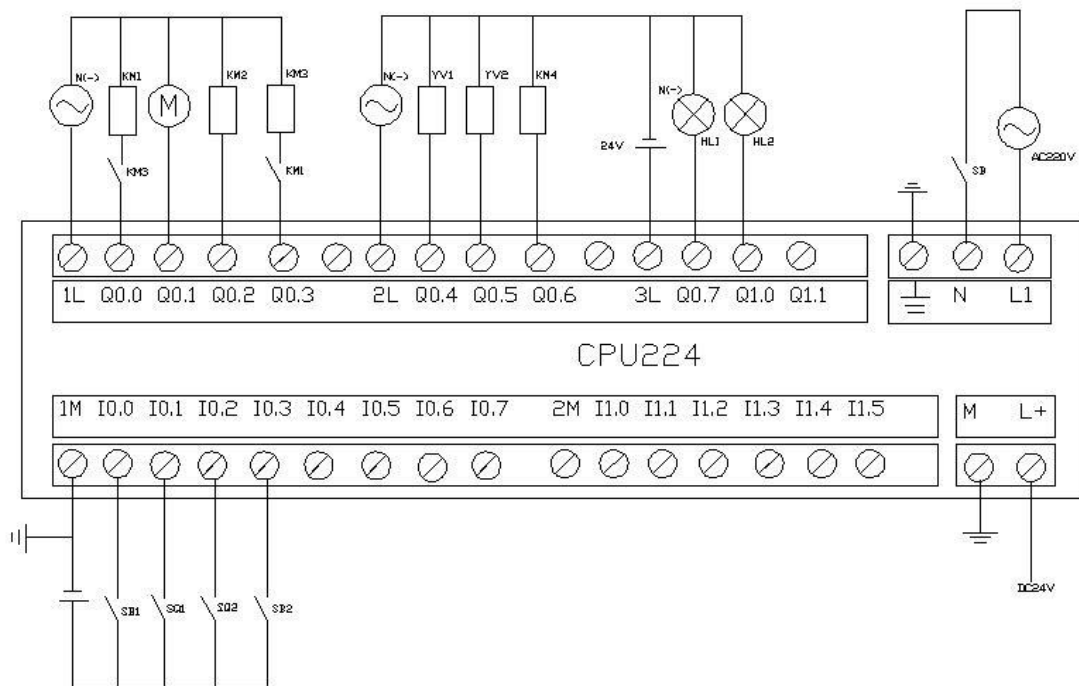


图 4-1 CPU224 的外部电气接线原理图

(三) 系统的工作流程

1. 按下启动开关之后，洗车机开始往右移，喷水设备开始喷水。
2. 洗车机右移到达右极限开关后，开始往左移，喷水机继续动作。
3. 洗车机左移到达左极限开关后，开始往右移，喷水机继续动作，清洁剂设备开始动作—喷洒清洁剂。
4. 洗车机右移到达右极限开关后，开始往左移，继续喷洒清洁剂。
5. 洗车机左移到达左极限开关后，开始往右移，清洁机停止喷洒，当洗车机往右移 3s 后停止，刷子开始刷洗。
6. 刷子刷洗 5s 后停止，洗车机继续往右移，右移 3s 后，洗车机停止，刷子又开始刷洗 5s 后停止，洗车机继续往右移，到达右极限开关停止，然后往左移。
7. 洗车机往左移 3s 后停止，刷子开始刷洗 5s 后停止，洗车机继续往左移 3s 后停止，刷子开始刷洗 5s 后停止，洗车机继续往左移，直到碰到左极限开关后停止，然后往右移。
8. 洗车机开始往右移，并喷洒清水，将车洗干净，当碰到右极限开关时，洗车机停止前进并往左移，喷洒清水继续动作，直到喷到左极限开关后停止，然后往右移。
9. 洗车机往右移，风扇设备动作将车吹干，喷到右极限开关时，洗车机停止并往左移，风扇继续吹干动作，直到碰到左极限开关，则洗车整个流程完成，启动灯熄灭。

10. 若洗车机正在动作时发生停电或故障、则故障排除后必须使用原点复位，将洗车机复位到原点，才能做洗车全流程的动作，其动作就是按下复位按钮，则洗车机的右移、喷水、洗刷、风扇及清洁剂喷洒均需停止，洗车机往左移，当洗车机到达左极限开关时，原点复位灯亮起，表示洗车机完成复位动作。系统的主流程图分别如图 4-2、4-3、4-4、4-5、4-6 所示。

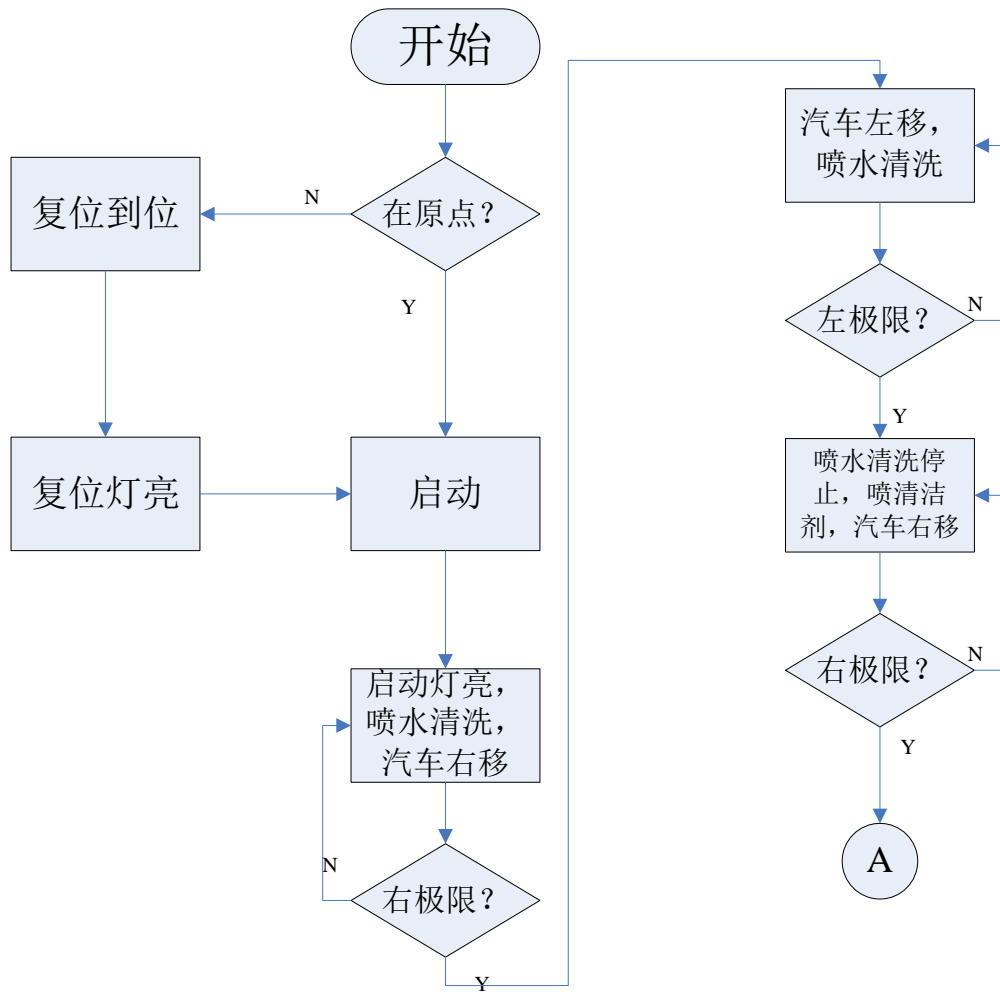


图 4-2 系统的主流程图 1

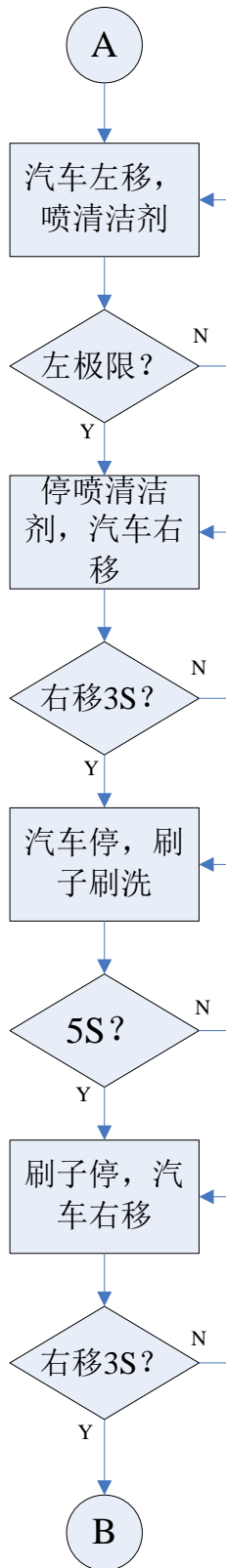


图 4-3 系统的主流程图 2

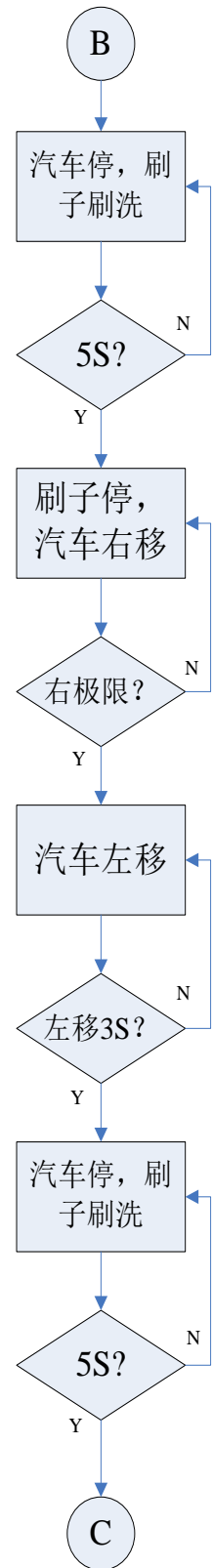


图 4-4 系统的主流程图 3

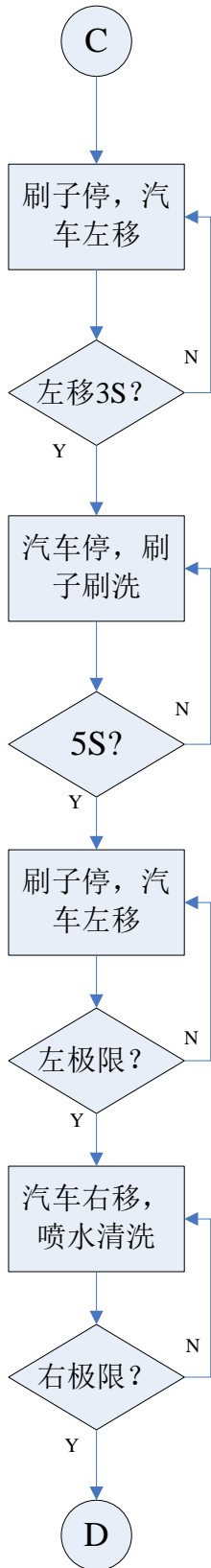


图 4-5 系统的主流程图 4

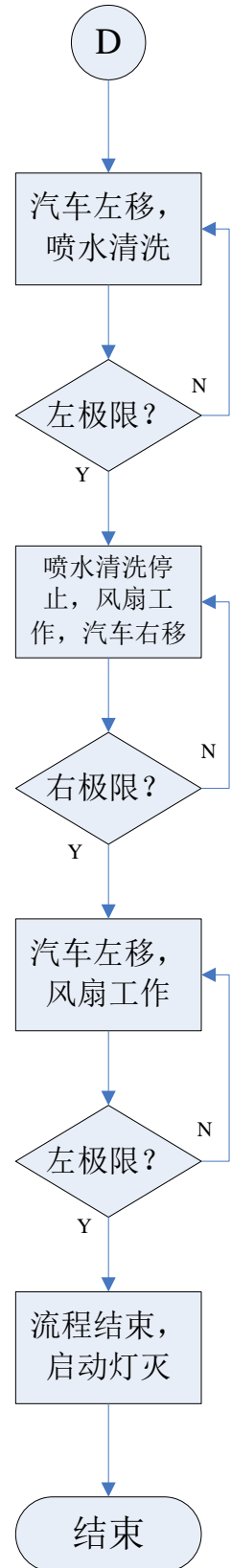


图 4-6 系统的主流程图 5

(四) PLC 程序

使用 STEP7-Micro/Win32 软件进行编辑。下面给出各个环节的 PLC 程序。

1. 左移程序

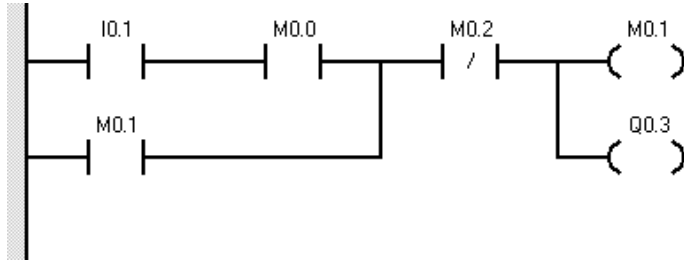


图 4-7 左移程序

启动开关按下后, M0.0 保持得电, 汽车到达右极限后, I0.1 得电, 触发 M0.1 和 Q0.3, 洗车机开始左移。

2. 右移程序

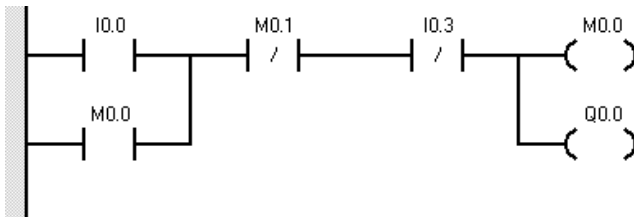


图 4-8 右移程序

按下启动开关, I0.0 闭合, M0.0 和 Q0.0 得电, 洗车机右移。

3. 启动灯程序

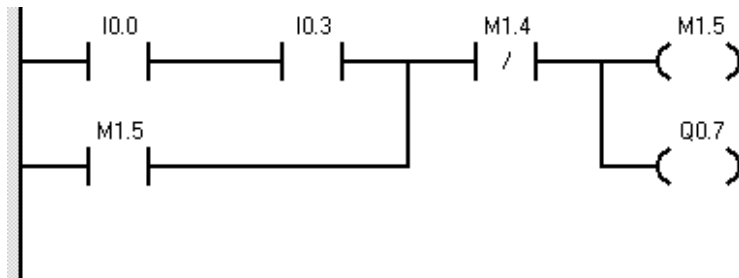


图 4-9 启动灯程序

保证洗车机在原地, 即 I0.3 通电, 按下启动开关, 运行, 触发 M1.5 线圈和启动灯信号后, 启动灯亮起, M1.5 保持得电。

4. 复位灯程序

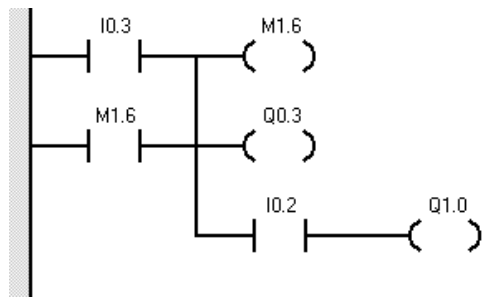


图 4-10 复位灯程序

按下复位开关，I0.3 得电，触发 M1.6 和 Q0.3，洗车机开始左移。当到达左极限开关后，I0.2 得电，触发 Q1.0，复位灯亮起。

5. 喷水动作程序

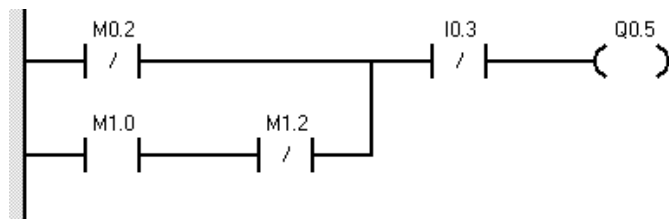


图 4-11 喷水动作程序

当洗车机开始运行，离开原点，Q0.5 触发，开始喷水。

6. 刷子动作程序

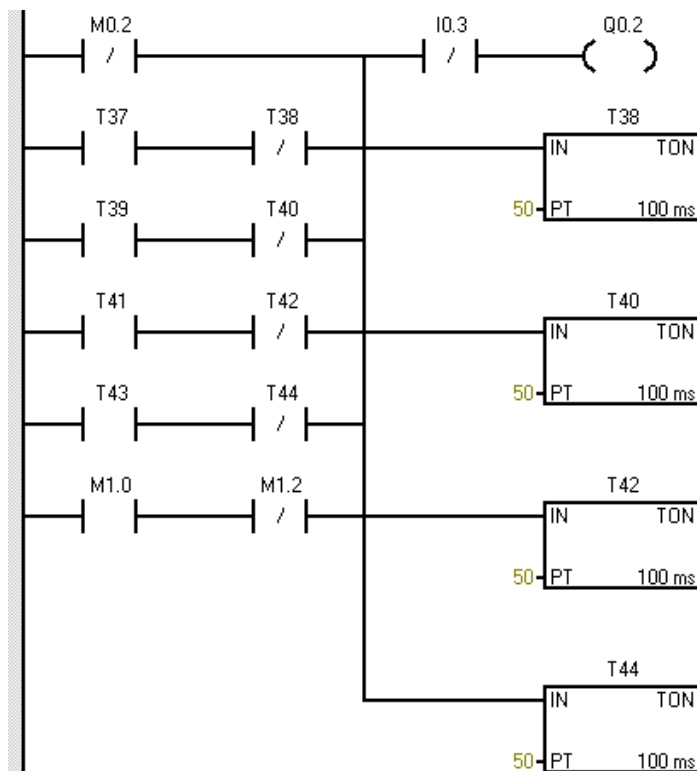


图 4-12 刷子动作程序

Q0.2 出发后，刷子洗刷开始，以 5 秒为一个周期，并适当停止。

7. 清洁剂动作程序

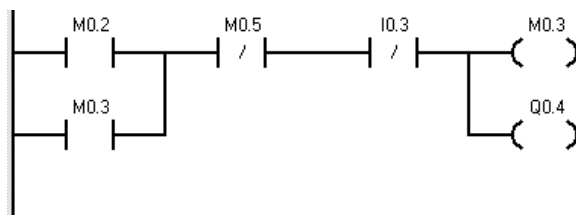


图 4-13 清洁剂动作程序

当线圈 M0.2 得电时，触发 M0.3 和 Q0.4，开始喷洒清洁剂，M0.3 线圈保持得电。

8. 风扇动作程序

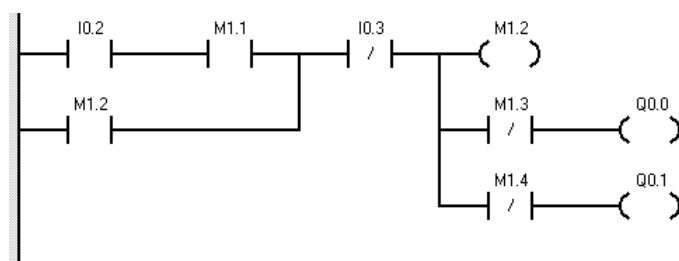


图 4-14 风扇动作程序

左移，当到达左极限时，触发 M1.2 线圈和 Q0.0，Q0.1，洗车机右移，风扇工作。通过上面各个程序的配置组合即可设计出一个完整的自动洗车程序。

五、基于组态王的系统监控设计

(一) 建立监控画面

组态王开发系统提供了丰富的图形对象和动画连接类型，如命令语言连接、模拟值输入连接、模拟值输出连接、属性变化连接、闪烁、旋转连接等。通过对画面中图形对象建立的动画连接及命令语言程序，实现画面监控数据和现场数据的同步动态变化，如图 5-1 所示。

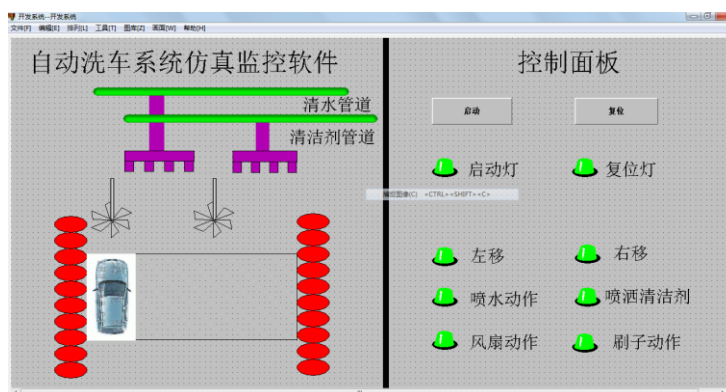


图 5-1 监控界面

（二） 编写循环脚本程序

通过循环脚本程序的编写并连接 PLC 得到输入输出信号来系统仿真监控画面能够正确的展示出自动洗车机的运行流程，如图 5-2 所示。

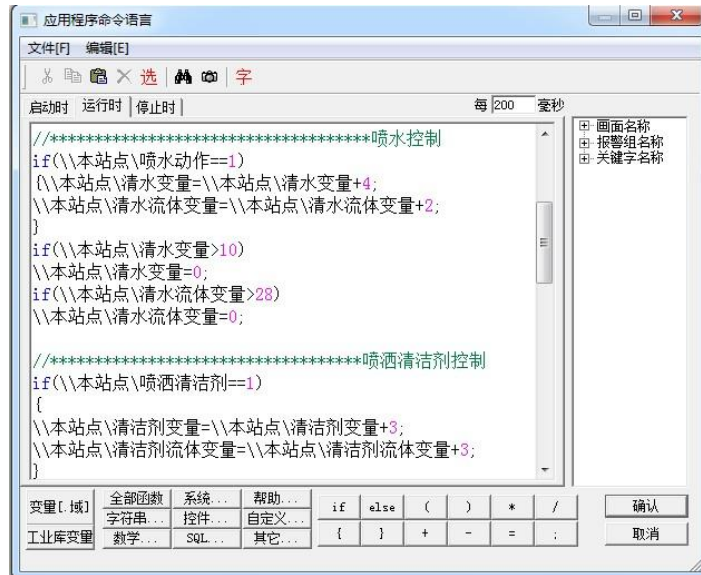


图 5-2 循环脚本编写对话框

（三） 启动监控机自动运行组态王

操作方法：

第一步：在组态王工程管理器里将需要运行的用户工程设置为当前工程。

第二步：将组态王软件安装生成的 touchtone.Exe 运行系统快捷方式拷贝到“系统开始→程序→启动”中。

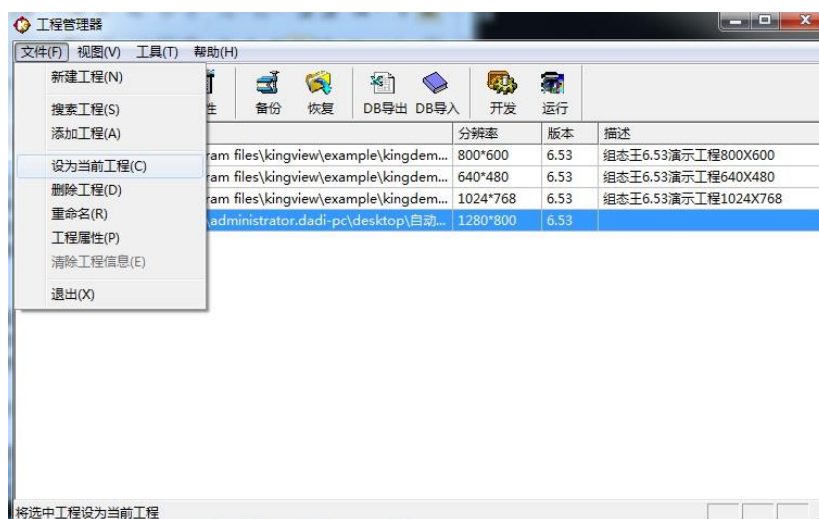


图 5-3 工程管理器

以上工作完成后，经过组态的外部 I/O 及现场数据就能实时传递给监控系统并进行生

产过程控制。为实现组态王监控功能，必须保证组态王系统对操作系统、内存、CPU 等的要求；运行组态王设备配置向导以及设置 COM 串口时，参数设置必须正确，否则组态王和设备间无法建立通信连接。

六、成果

在本次毕业设计过程中，经过查阅资料，系统设计，器件选用，电路的设计以及最后程序的编写及仿真调试，最终完成了设计的控制要求，实现了 PLC 控制的汽车自动清洗自动化控制。在设计过程中，只实现了汽车自动清洗装置的基本功能：当按下启动开关后，洗车机开始工作，实验台上电机转动，当给光电传感器一个信号即给在试验箱上连接一个按钮，按一下按钮，刷子接触器接通，实验台上电机转动，刷洗开始，当刷洗机开始后几分钟车辆离开后，再给一个信号即再按一下按钮，刷洗机停止刷洗刷子接触器关闭，电机不转，按下停机开关后，清洗机接触器和水阀门关闭，清洗结束。

通过这次毕业设计，为我后期学习工作积累了实践经验，同时也提高了我的动手能力，将理论知识形成系统化，为以后发展打下良好的基础。

参考文献

- [1] 洪志育等. 例说 PLC[M]. 北京:人民邮电出版社, 2018:78-95.
- [2] 晁样, 胡军, 熊伟. 可编程控制器原理应用与实例解析[M]. 北京:清华大学出版社, 2019:34-56.
- [3] 王慧英. PLC 在自动洗车控制系统中的应用[D]. 机电工程, 2018:20-31.
- [4] 于晓薇, 李铁骑, 李宝龙. PLC 在机车清洗机控制系统中的应用[J]. 机电工程, 2019:26-28.
- [5] 惠民, 周柏华, 叶素珠. PLC 在清洗机中的应用[M]. 机车车辆工艺, 2019:10-16.
- [6] 张兴国. 可编程序控制器技术及应用[M]. 北京:中国电力出版社, 2019:62-84.
- [7] 杨公源, 黄琦兰. 可编程控制器应用与实践[M]. 北京:清华大学出版社, 2018:105-117.
- [8] 马红旗. PLC 在自动洗车机中的应用[J]. 机电一体化, 2020:20-23.
- [9] 龙志文, 张帆. PLC 控制技术在城市公交车洗车机中的应用[J]. 昆明冶金高等专科学校学报, 2018:12-15.
- [10] 李国厚. PLC 原理与应用设计[M]. 西安:化学工业出版社, 2019:103-120.
- [11] 王宝护. 高压清洗机喷嘴的计算[M]. 山东机械, 2020:30-36.
- [12] 柴瑞娟, 陈海霞. 西门子 PLC 编程技术及工程应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2019:152-145.
- [13] 张燕宾. 电动机变频调速图解[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2020:145-167.

致 谢

此次设计是在黎老师的悉心教诲指导下完成的，在整个毕业设计期间，得到了老师的认真指导和帮助，导师的严谨学风和渊博学识使本人受益匪浅，在此表示诚挚的敬意和由衷的感谢。在器件的选择和程序编程过程中，得到班级同学的帮助，在此表示感谢。

再次，感谢母校辛勤培育之恩！感谢电梯工程学院给我提供的良好学习及实践环境，使我学到了许多新的知识，掌握了一定的操作技能，适应了社会发展的需要。