

毕业设计（论文）

目 录 基于 PLC 的污水处理控制系统设计

武汉理工大学本科生毕业设计(论文)任务书

设计(论文)题目：基于 PLC 的污水处理控制系统设计

设计(论文)主要内容：

1. 查阅与本课题相关的国内外文献，掌握相关技术的发展动态。
2. 熟悉 PLC 原理及其应用、传感检测技术。
3. 掌握 PLC 编程方法、系统硬件集成技术。
4. 熟悉 AutoCAD 绘图技术。

要求完成的主要任务：

1. 按照时间安排及时完成外文翻译工作，英文文献不少于 20000 字符。
2. 对城市污水处理做详细的需求分析，掌握污水处理工艺，提出污水处理系统的总体方案。
3. 设计污水处理系统的输入检测环节，进行 PLC 设备选型及其扩展。
4. 设计控制系统操作与显示接口。
5. 根据污水处理工艺过程，完成控制系统控制流程设计，并利用 PLC 编程软件实现，要求手动与自动控制。
6. 完成污水处理系统的电气硬件电路的绘制，图纸规范，并不少于三张。
7. 根据武汉理工大学毕业设计工作管理办法，完成论文的撰写工作，制作演示 PPT，做好答辩准备工作。

必读参考资料：

1. 程玉华.西门子 S7-200 工程应用实例分析.北京：电子工业出版社.2008(01)
2. 张运刚,宋小春,郭武强.从入门到精通-西门子 S7-200PLC 技术与应用.北京：人民邮电出版社.2007(06)

指导教师签名 杨胤铎

系主任签名

院长签名(章) _____

武汉理工大学本科生毕业设计（论文）开题报告

1、目的及意义（含国内外的研究现状分析）

长期以来,在我国城市建设快速发展的过程中,由于对环境保护基础设施建设重视不够、投入不足,污水直接排入城市水系及相关流域,造成江河湖泊水质和地下水污染,城市水环境污染问题日益突出,污水净化就成为改善城镇居民生活环境、提高人民健康水平的主要手段之一。为保证污水处理工艺可靠、顺利实施,自动控制系统的设计及控制技术的运用要以可靠性为基础,综合考虑控制技术先进性、可扩展性,同时兼顾降低系统造价。

在污水处理控制系统中,除了存在分布区域广、设备分散、控制点多及控制信息复杂等要求外,同时具有控制输入和输出以开关量参数居多,模拟量参数少的特点,而这些都是 PLC 控制系统的优势所在。原有的污水处理厂其控制部分采用传统的继电器控制,控制线路复杂,继电器多,长时间运行后,线路老化,频繁出现控制故障。而 PLC 控制器以其技术成熟、通用性好、可靠性高、安装灵活、扩展方便、性能价格比高等一系列优点,在工业控制中得到了越来越广泛的应用,在污水处理中采用 PLC 控制系统改造后,提高了自动控制的可靠性,不仅减轻了工人的劳动强度,而且提高了污水处理厂的运行效率和运行效益,实现了污水厂生产管理的科学性。

国外的一些发达国家,如美国、日本、西欧等国,由于这些国家经济发达,并较早的实现了工业现代化。这些国家经济发展较早而且较快,环境问题特别是水资源污染的严重性也较早的体现出来,同时也得到了这些国家政府的重视,投入了大量的人力、物力进行水处理的研究。这些国家在研究水处理新理论和工艺的同时,也重视污水处理自控系统的研究。这些国家先后投资研究高效型、智能型、集约型污水处理设备和自动化控制仪表。一些发达国家经过几十年的努力,污水处理率已经达到 80%-90%,成功的解决了来自于城市和工业的水污染问题。同时一些国家开始重视污水的回收利用。其特点有:大量采用在线监测的水质分析仪表,对全厂的水质实时监测并有上位机记录下来,提高了测量精度;生产过程中不同程度的采用了智能控制,可以根据水质和水源的变化自动的调整相应的控制方式;大量采用遥测、遥控设备,并有效地利用社会资源,如电话网络、移动电话网络、国际互联网、气象信息等。

目前,国产化污水处理设备具有品种不全,结构不合理,技术水平比较低,产品质量不稳定的特点。

我国自主生产的设备在很大程度上是依托国外相关设备的构造,再经过自我消化、研发和生产实践,逐步填补国内空白并在此基础上不断发展壮大。不过,我国污水处理设备会在相当长的时间内落后于其他国家,还有许多空白,很多设备还停留在仿制的水平上,对于其理论研究尚显不足。因而,国产化设备将会在未来相当长时间内在技术水平上处于劣势,特别是先进设备的技术保密与知识产权保护意识的加强,其竞争力将在未来市场中不断接受考验。

2、基本内容和技术方案

基本内容:掌握多种污水处理工艺,并确定其中一种处理工艺,提出污水处理方案;设计污水处理系统的输入检测环节,进行 PLC 设备选型及其扩展;设计控制系统操作与显示接口;设计系统控制流程,并利用 PLC 编程软件实现,要求手动与自动控制;绘制污水处理系统的电气硬件电路。

技术方案:本设计采用氧化沟处理工艺,主要包括:进水系统、除砂系统、氧化沟系统、沉淀系统和污泥脱水系统。其工艺流程图如下图 1 所示。

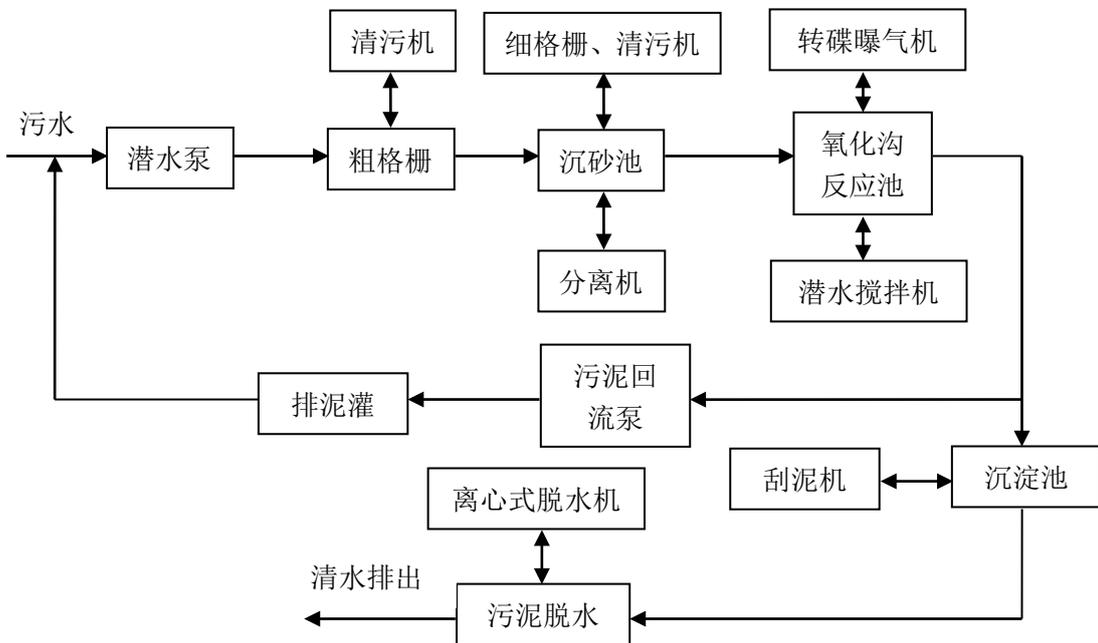


图 1 污水工艺流程图

如上图所示,

污水由进水系统中的进水管和潜水泵通过粗格栅和清污机进行初步排除大块杂质物体。在除砂系统中细格栅和清污机进一步净化污水中的细小颗粒物体，将污水中的细小沙粒滤除，并由分离机对沉砂池中的沙粒进行排除后进入氧化沟反应池。在该氧化沟系统中进行生化处理，分解污水中的有害物质，此环节用到一些化学药剂来加强处理效果。同时在该系统中设置有溶解氧仪超声波检测器，通过它对污水中的含氧量进行检测，根据其反馈到 PLC 的值来控制曝气机变频器的运行，改变污水中溶解氧的含量。潜水搅拌机的作用是推进水流，使氧化沟的污水和活性污泥处于剧烈搅拌充分混合接触，使生化反应更加充分，以最大程度地分解污水中的有害成分。污泥回流泵根据污泥回流泵房内由液位传感器检测到液位，进行运行或停止，将剩余的污泥及使用过的污泥进行处理。经处理的污水进入沉淀池中，在刮泥机的作用下进行物理沉淀。污水经沉淀池处理最后到达脱水环节，离心式脱水机作用下进行脱水处理后排出清水。

3、进度安排

第 1-2 周 及时完成外文翻译工作，英文文献不少于 20000 字符；

第 3 周 对城市污水处理做详细的需求分析，掌握污水处理工艺，提出污水处理系统的总体方案；

第 4-5 周 学习 PLC 指令的编程，进行 PLC 设备选型及其扩展，并包括水泵、电机等型号的选定；

第 6-7 周 设计污水处理系统的输入检测环节，根据污水处理工艺过程，完成控制系统控制流程设计；

第 8-9 周 根据系统控制流程及相关工艺，绘制程序流程图，编写程序，利用 PLC 编程软件 STEP 7-Micro/WIN，得出梯形图程序，要求手动与自动控制；

第 10-11 周 设计控制系统操作与显示接口，利用 MCGS 软件设计界面；

第 12-13 周 绘制污水处理系统的电气硬件电路，图纸规范，并不少于三张

第 14-15 周 根据武汉理工大学毕业设计工作管理办法，完成论文的撰写工作，制作演示 PPT，做好答辩准备工作。

4、指导教师意见

指导教师签名：

年 月 日

目录

摘要.....	I
Abstract.....	II
绪论.....	1
1 系统总体方案设计.....	4
1.1 系统主要组成部分.....	4
1.2 系统工作原理.....	5
2 系统硬件设计.....	7
2.1 PLC 的 I/O 配置.....	7
2.1.1 数字量输入输出部分.....	7
2.1.2 模拟量输入输出部分.....	8
2.2 设备和器件的选型.....	9
2.3 硬件电路.....	12
2.3.1 主电路.....	13
2.3.2 PLC 及扩展.....	13
2.3.3 PLC 输入回路.....	14
2.3.4 PLC 输出回路.....	14
3 系统软件设计.....	16
3.1 系统控制信号.....	16
3.1.1 输入信号.....	16
3.1.2 输出信号.....	17
3.2 系统总体控制.....	17
3.3 系统手动控制.....	17
3.4 系统自动控制.....	18
3.4.1 粗格栅系统.....	19
3.4.2 细格栅系统.....	20
3.4.3 潜水泵系统.....	21
3.4.4 曝气系统.....	22

3.4.5 污泥回流系统	23
3.4.6 污泥脱水系统	25
3.5 软元件的定义	26
3.6 PLC 梯形图程序	28
3.7 PLC 和变频器通讯	29
4 系统的 MCGS 组态	31
4.1 软件简介	31
4.2 系统组态界面设计	32
4.3 MCGS 与 PLC 设备的连接控制	34
结束语	37
致谢	38
参考文献	39
附录 污水处理硬件连线图	40

摘要

世界任何国家的经济发展，都会推进社会进步、促进工农业生产能力，使人民生活得到进一步改善，但是也随之带来不同程序的环境污染。污水也是造成环境污染的来源之一。这个污染源的出现引起了世界各国政府的关注，治理水污染环境课题被列入世界环保组织的工作日程。

本文详细介绍了一种基于 PLC 的污水处理控制系统。本系统采用的是氧化沟法污水处理工艺，氧化沟法是活性污泥法的一种变形，属于低负荷、延时曝气活性污泥法。

文章首先介绍了本课题的目的和意义及国内外污水处理自控系统的发展状况，污水处理控制系统的工艺及相关流程，控制系统的总体方案设计，系统硬件结构及设计、工作原理以及系统软件 PLC 梯形图程序编写，来说明 PLC 在污水处理过程中的应用。先根据污水处理工艺要求设计了设备的电气控制与自动控制线路，主要包括设备的启停、状态信号、故障信号、信号采集等，最后按照工艺要求设计 PLC 控制系统，其中包括 PLC 的选型、系统资源配置以及 PLC 程序的编写。

最后，本次设计还利用 MCGS 组态软件，设计了一个反映污水处理工艺流程的显示系统。

关键词： 污水处理 氧化沟法 PLC

Abstract

Economic development of any country in the world, will promote social progress and to promote industrial and agricultural production capacity and further improve people's lives, but also will bring a different program of environmental pollution. Sewage also contributed to one of the sources of environmental pollution. Attracted the attention of the governments of the world's pollution sources, water pollution environmental topics to be included in the work schedule of the World Environmental Organization.

This thesis describes a sewage treatment control system based on PLC. The system uses the oxidation ditch sewage treatment process, oxidation ditch is a deformation of the activated sludge process, a low load, extended aeration activated sludge process.

The thesis first introduces the purpose and significance of this topic, the state of development of the automatic control system at home and abroad sewage treatment, sewage treatment process control system and related processes, the overall control system design, system hardware architecture and design, working principle and system software PLC ladder programming, to illustrate the application of PLC in the sewage treatment process. First design of electrical control and automatic control circuit according to the sewage treatment process requirements, including start and stop equipment, status signal fault signal, the signal acquisition, the final design of PLC control system in accordance with the process requirements, including the selection of the PLC, the system allocation of resources, as well as the preparation of the PLC program.

Finally, this design use the MCGS configuration software, and designs a reflection of the display system of the sewage treatment process.

Key Words: Sewage treatment Oxidation Ditch PLC

绪论

1) 课题目的及意义

我国是一个水资源匮乏的国家，而且时空分布上极不均匀，许多地区和城市严重缺水。与此同时，在我国大部分城市和地区，本已极为有限的水资源还受到水质恶化和水生态系统破坏的严重威胁。尤其伴随着城市化和工业化进程的加速，需水量和污染物排放量迅速增长，水危机不仅会长期存在，而且有迅速加剧的趋势。水资源短缺和水环境污染造成的水危机已经成为我国社会发展的重要制约因素。国内外水环境恢复与再生的实践表明，污水深度处理与再利用是通向健康水循环的桥梁，推进污水深度处理和普及再生水，利用人类与自然兼容协调，创造良好水环境，促进人类可持续发展的重要举措。

目前，我国大多数污水处理控制系统自动化水平不高、安全性低、管理不当，效率普遍低于世界标准。污水处理系统中的曝气过程控制、数据通讯和监控管理是急需解决的主要问题。中国污水处理自控系统相对落后，污水处理成本居高不下，污水厂排放的处理过的污水的水质不稳定，所以如何建立有效的自控系统，优化运行效果，减少运行费用，具有重要意义。

2) 国外发展状况

国外的一些发达国家，如美国、日本、西欧等国，由于这些国家经济发达，并较早的实现了工业现代化。这些国家经济发展较早而且较快，环境问题特别是水资源污染的严重性也较早的体现出来，同时也得到了这些国家政府的重视，投入了大量的人力、物力，进行水处理的研究。这些国家在研究水处理新理论和工艺的同时，也重视污水处理自控系统的研究。这些国家先后投资研究高效型、智能型、集约型污水处理设备和自动化控制仪表。国外污水处理自控系统主要存在以下几个特点：

(1) 采用集散控制系统 DCS 和现场总线控制系统 FCS。按照厂区的自身情况和工艺段来划分若干个控制站，站与站之间可以平级关系也可以是上下级关系，站与站之间一般独立运行。设立中控室，中控室有操作员和工程师站，负责全厂的数据管理与记录、报表等工作。

(2) 采用在线监测的水质分析仪表，对全厂的水质实行实时监测，并由上位机记录下来，提高了测量精度。

(3) 生产过程中不同程度上采用了智能控制，可以根据水质和水源的变化自动地调整相应的控制方式。

(4)

大量采用遥测、遥控设备，并开始有效地利用社会信息资源，如电话网络、移动电话网络、国际互联网、气象信息等。

3) 国内发展状况

解放初期，我国由于工农业生产刚刚起步，当时的污水污染程度很低，且提倡利用污水进行农业灌溉，特别是北方缺水地区将污水灌溉利用作为经验进行推广，全国仅有几个城市建设了近十座污水处理厂在加工工艺有的还是一级处理，处理的规模也很小，致使污水处理技术和管理水平处于较落后的状态。

与国外相比，我国污水处理自动化控制起步较晚，七十年代开始采用热工仪表，实行集中巡检；八十年代应用分析仪表和 DCS 系统；至九十年代，随着一大批利用国际贷款的大型污水处理厂的建设投产，我国污水处理控制系统的自动化水平有了很大的提高。从国外引进污水厂的自动控制系统已经广泛采用集散式计算机监控系统，应用了自动化程度较高的检测仪表，各种新工艺，新设备大量出现并得到应用。可以说我国污水处理自动化的现状是：手动与自动皆备，自制和引用并举。可以看出我国的污水处理自控系统有以下特点：

(1) 对于新建的污水处理厂，引进了计算机分散控制系统，手动与自动并存的控制方式。

(2) 国产在线仪表的稳定性还没有达到要求，所以大部分采用进口的在线仪表，但是由于进口仪表价格昂贵，所以应用并不是很广泛。

(3) 各个控制站之间完全独立，没有信息的交换。并且各个控制单元由于其内部资源的限制，只是实现了简单的时间控制和逻辑控制。

通过对比，不难看出整体上和国外相比我国污水的自控系统仍然存在很大的差距，但是我国的应用前景却非常广泛、潜力很大。

4) 设计的主要内容和预期目标

本设计的主要内容是：了解污水处理的工艺方法，确定采用其中一种处理工艺（氧化沟法），根据其工艺要求及相关流程，选定设备的具体型号，设计系统的硬件连线图和 PLC 梯形图程序，从而完成整个污水处理系统的设计。

所要完成的任务和预期目标：

- (1) 设计能够实现污水处理的氧化沟系统方案。
- (2) 利用 AutoCAD，绘制污水处理系统的电气硬件连线图。
- (3) 根据控制流程图，完成系统的 PLC 梯形图程序。
- (4) 设计控制系统操作与显示接口，利用 MCGS 组态软件设计界面。

5) 论文结构

根据以上的主要内容和预期目标，本次设计论文通过以下几个方面进行阐述污水控制系统：

（1）绪论。主要概述课题的目的和意义，已及国内外的发展现状。

（2）第一章 系统总体方案设计。介绍氧化沟系统的组成部分、工作原理和工作基本过程。

（3）第二章 系统硬件设计。主要介绍 PLC 的 I/O 配置、设备选型和硬件电路连线图。

（4）第三章 系统软件设计。介绍手动自动控制流程和梯形图程序。

（5）第四章 系统的 MCGS 组态。设计系统的组态界面和 MCGS 与 PLC 设备的连接控制。

（6）结束语。对本设计进行总结，并提出需要解决的问题和注意的方面。

1 系统总体方案设计

1.1 系统主要组成部分

工业污水处理系统的结构比较复杂，设备较多，在氧化沟中其控制过程及原理大致相同，都是通过控制曝气机的转速来调节污水中的含氧量，其基本组成如图 1-1 所示。

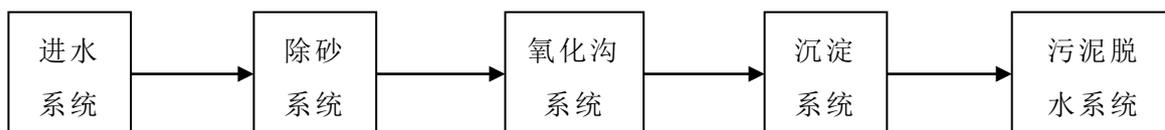


图 1-1 污水处理系统基本组成示意图

1) 进水系统。进水系统主要有进水管和进水泵房组成，进水管主要由粗格栅机和清污机组成，进水泵房主要有两台潜水泵组成。进水管的主要功能是将污水中的大块物体排除，其中的粗格栅是根据程序设定的时间进行间歇工作，而清污机的运行和停止是根据粗格栅两侧的液位差来决定的，当液位差超过某个值时，启动清污机；当液位差小于某个值时停止清污机的运行。进水泵房中的潜水泵运行及停止是通过安装在泵房内的液位传感器来决定的，当液位较低时只启动一台潜水泵，当液位较高时启动两台潜水泵，若液位持续升高时，则输出报警以示有故障发生。

2) 除砂系统。除砂系统主要由细格栅系统和沉砂池组成，细格栅系统是由细格栅机和清污机组成，沉砂池的主要设备是分离机。细格栅系统的主要功能是进一步净化污水中的颗粒物体，将污水中细小的沙粒滤除，其中的细格栅机是根据程序设定时间进行间歇工作，而清污机的运行和停止则根据细格栅两侧的液位差来决定，当液位差超过某个值时，启动清污机；当液位差小于某个值时停止清污机的运行，这和粗格栅系统的运行方式一致。沉砂池中分离机的运行和后续处理中的转碟曝气机的运行同步，即启动转碟曝气机的时候同时启动分离机，对沉砂池中的沙粒进行排除。

3) 氧化沟系统。氧化沟系统由氧化沟和污泥回流系统构成，氧化沟是污水处理系统中最重要的环节，因此控制量较多，控制过程较复杂，包括转碟曝气机和潜水搅拌机，污泥回流系统主要有污泥回流泵构成。氧化沟的功能是对污水进行生化处理，分解污水中的有害物质，使其达到一定的水质标准，其中，

转碟曝气机是关键设备，在氧化沟中设置有溶解氧仪对污水中的含氧量进行检测，根据其反馈到 PLC 的值来控制曝气机变频器的运行，改变污水中溶解氧的含量。潜水搅拌机的作用是推进水流，同时使氧化沟的污水和活性污泥处于剧烈的搅拌状态，使他们充分混合接触。使活性污泥的生化反应更加充分，这样才能最大程度地分解污水中的有害成分。污泥回流系统的污泥回流泵将剩余的污泥及使用过的污泥进行处理，该设备的运行与停止主要根据泵房内液位传感器的状态，当液位低于某个值时停止回流泵的运行；当液位持续高于某个高位时，回流泵停止运行同时输出报警信号；液位处于正常状态时，回流泵正常运行。

4) 沉淀系统。沉淀系统主要设备为刮泥机，其功能是对进行氧化沟处理后的污水进行物理沉淀，将污泥和清水分离，刮泥机在整个系统启动后就开始持续运行。

5) 污泥脱水系统。污泥脱水系统主要包括离心式脱水机，其主要功能是对氧化池中处理过污水的活性污泥进行脱水处理，由于对污水进行处理后，活性污泥中有新的微生物及其他杂质，因此需要先对活性污泥添加一定量的药物，便于污泥脱水。离心式脱水机主要有聚合物泵、污泥机和切割机构成，以上设备按照顺序控制的方式启动，依次启动聚合物泵、污泥机和切割机，完成对污泥的脱水处理。

1.2 系统工作原理

污水处理系统的电气控制系统总框图如图 1-2 所示，PLC 为核心控制器，通过检测操作面板按钮的输入、各类传感器的输入，以及相关模拟量的输入，完成相关设备的运行、停止和调速控制。

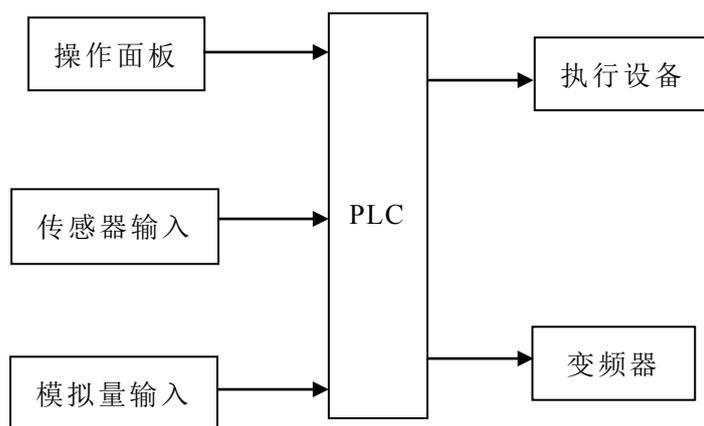


图 1-2 电气控制系统总体框图

在手动状态下，各类设备的控制是根据操作面板上的按钮输入来控制，无逻辑控制，即可不根据传感器的状态进行控制。在自动方式下进行闭环控制，系统根据检测到外部传感器的状态对设备进行启停控制，其工作过程如下。

1) 接通电源，启动自动控制方式，启动潜水搅拌器和刮泥机。

- 2) 运行粗、细格栅机，间歇运行，即运行一段时间然后停止一段时间，循环进行。
- 3) 根据反馈回来的液位差状态控制清污机的运行与停止。
- 4) 进水泵房中的潜水泵根据液面高低进行运行、停止及运行数量的控制。

5) 转碟曝气机根据溶解氧仪反馈的模拟量经 PLC 运算后进行控制，同时控制分离机的运行与停止。

6) 污泥回流泵的运行与停止根据液面的高低进行控制。

7) 在污泥脱水系统中，离心式脱水机的启动采用顺序控制方式，依次启动其设备。

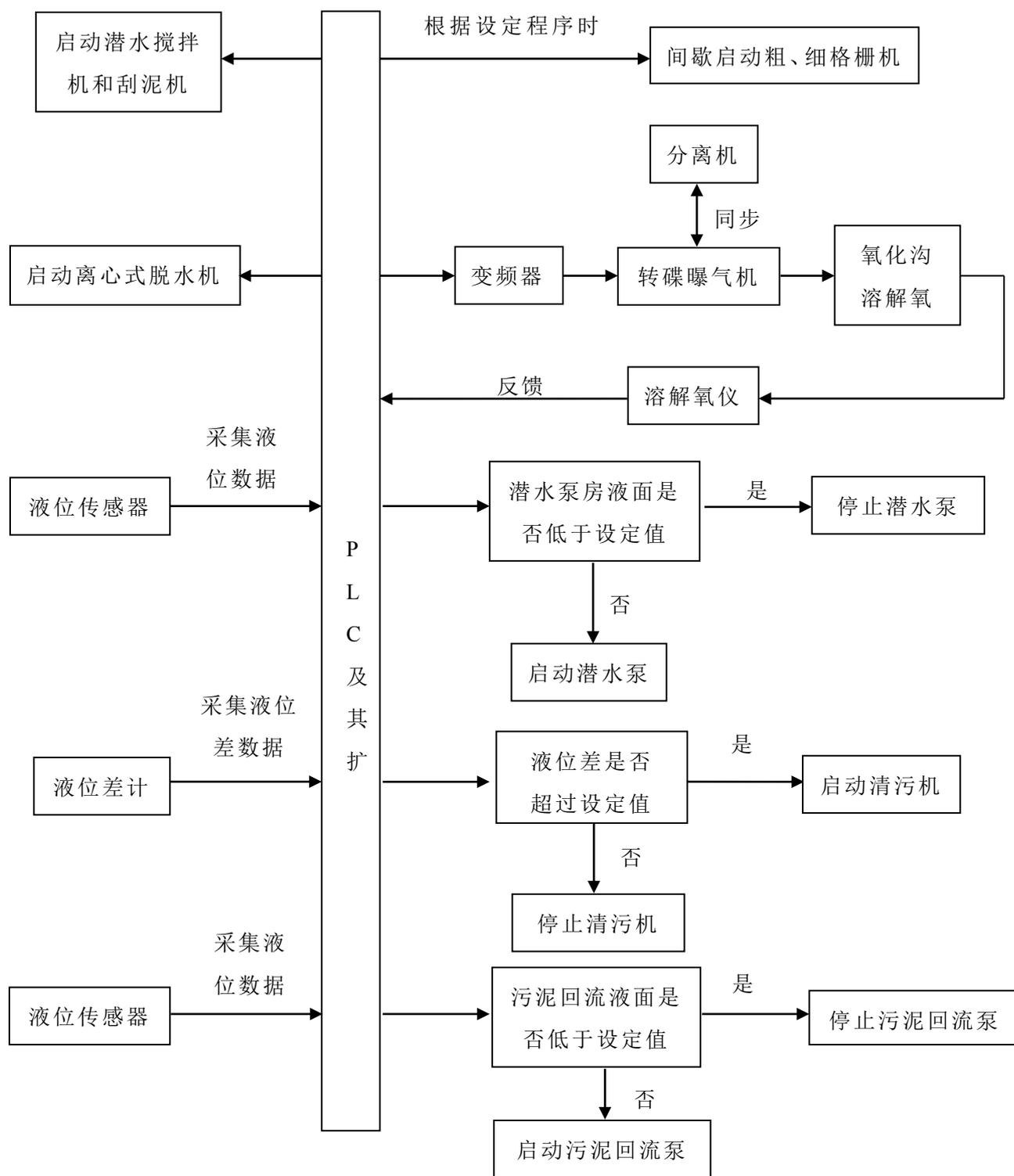


图 1-3 污水处理系统工作示意图

2 系统硬件设计

以上介绍了污水处理系统的机械结构及其相关设备，根据其工作原理和控制系统的功能要求，本节主要介绍如何设计污水处理系统的控制系统和所需的各种硬件设备，在此控制系统中的核心处理器是 PLC，其主要输入和输出量主要为数字量，只有一组模拟量的输入和输出。

2.1 PLC 的 I/O 配置

根据系统的功能要求，对 PLC 的 I/O 进行配置，具体分配如下所示。

2.1.1 数字量输入输出部分

在此控制系统中，所需要的输入量基本上都属于数字量，主要包括各种控制按钮、旋钮、传感器输入及过载保护输入，共有 49 个数字量输入，如表 2-1 所示。

表 2-1 数字输入量地址分配

输入地址	输入设备	输入地址	输入设备
I0.0	急停	I3.1	细格栅液位差计
I0.1	手动方式	I3.2	进水泵房液面高位传感器
I0.2	自动方式	I3.3	进水泵房液面中位传感器
I0.3	自动启动确认	I3.4	进水泵房液面低位传感器
I0.4	手动粗格栅机启动	I3.5	污泥回流泵房液面高位传感器
I0.5	手动 1#清污机启动	I3.6	污泥回流泵房液面低位传感器
I0.6	手动 1#潜水泵启动	I3.7	粗格栅机过载
I0.7	手动 2#潜水泵启动	I4.0	细格栅机过载
I1.0	手动细格栅机启动	I4.1	1#清污机过载
I1.1	手动 2#清污机启动	I4.2	2#清污机过载
I1.2	手动分离机启动	I4.3	1#潜水泵过载
I1.3	手动 1#转碟曝气机工频正转启动	I4.4	2#潜水泵过载
I1.4	手动 2#转碟曝气机工频正转启动	I4.5	1#转碟曝气机过载
I1.5	手动 1#转碟曝气机变频启动	I4.6	2#转碟曝气机过载
I1.6	手动 2#转碟曝气机变频启动	I4.7	分离机过载
I1.7	手动潜水搅拌机启动	I5.0	潜水搅拌机过载
I2.0	手动刮泥机启动	I5.1	污泥回流泵过载

续表 2-1

输入地址	输入设备	输入地址	输入设备
I2.1	手动污泥回流泵启动	I5.2	刮泥机过载
I2.2	手动离心式脱水机启动	I5.3	离心式脱水机过载
I2.3	手动聚合物泵启动	I5.4	聚合物泵过载
I2.4	手动污泥机启动	I5.5	污泥机过载
I2.5	手动切割机启动	I5.6	切割机过载
I2.6	手动转碟曝气机加速	I5.7	手动 1#转碟曝气机工频反转启动
I2.7	手动转碟曝气机减速	I6.0	手动 2#转碟曝气机工频反转启动
I3.0	粗格栅液位差计		

在这个控制系统中，主要输出控制的设备有各种接触器、报警和指示灯，共有 24 个输出点，其具体分配，如表 2-2 所示。

表 2-2 数字输出量地址分配

输出地址	输出设备	输出地址	输出设备
Q0.0	粗格栅机接触器	Q1.4	刮泥机接触器
Q0.1	1#清污机接触器	Q1.5	污泥回流泵接触器
Q0.2	1#潜水泵接触器	Q1.6	离心式脱水机接触器
Q0.3	2#潜水泵接触器	Q1.7	聚合物泵接触器
Q0.4	细格栅机接触器	Q2.0	污泥机接触器
Q0.5	2#清污机接触器	Q2.1	潜水泵房报警
Q0.6	分离机接触器	Q2.2	污泥回流泵房报警
Q0.7	1#转碟曝气机工频正转接触器	Q2.3	手动方式指示灯
Q1.0	2#转碟曝气机工频正转接触器	Q2.4	自动方式指示灯
Q1.1	1#转碟曝气机变频接触器	Q2.5	1#转碟曝气机工频反转接触器
Q1.2	2#转碟曝气机变频接触器	Q2.6	2#转碟曝气机工频反转接触器
Q1.3	潜水搅拌机接触器	Q2.7	切割机接触器

2.1.2 模拟量输入输出部分

由于需要采集一个溶解氧仪所反馈的数据，因此扩展了一个模拟量输入输出模块，具体 I/O 分配，如表 2-3 所示。

表 2-3 模拟量输入地址分配

输入地址	输入设备
AIW0	溶解氧仪

在此控制系统中，需要将采集回来的模拟量进行数据处理，然后，通过模拟输出口对变频器进行控制，进而控制其他设备的运行，如表 2-4 所示。

表 2-4 模拟量输地址分配

输出地址	输出设备
AQW0	经运算输出

2.2 设备和器件的选型

1) PLC 及扩展模块。根据污水处理系统的电气控制系统的功能要求，以及其复杂程度，从经济性、可靠性等方面来考虑，选择西门子 S7—200 系列 PLC 作为污水处理系统的电气控制系统的控制主机。由于污水处理电气控制系统涉及较多的输入输出端口，其控制过程相对复杂，因此采用 CPU226 作为该控制系统的主机。

CPU226 在污水处理系统中使用的数字量输入点和输出点都比较多，因此除了 PLC 主机自带的 I/O 外，还需要扩展一定数量的 I/O 扩展模块。由于本系统总共有 49 个数字输入量和 24 个数字输出量，CPU226 具有 24 个输入点和 16 个输出点，因此采用 4 个 EM223 输入/输出混合扩展模块，8 点 DC 输入 8 点输出型，可以满足控制系统的 I/O 需求。

在该系统中，还需要采集模拟量并利用模拟量控制的功能要求，因此需要在扩展一个模拟量输入输出扩展模块。西门子公司专门为 S7—200 系列 PLC 配置了模拟量输入输出模块 EM235，该模块具有较高的分辨率和较强的输出驱动能力，可满足控制系统的功能要求。

2) 变频器。该系统选用的变频器是西门子 MM430 变频器，它是一种风机水泵负载专用变频器，能适用于各种变速驱动系统，尤其是适用于工业部门的水泵和风机。该型变频器，具有能源利用率高的特点，优化了部分结构与功能，便于工作人员进行操作，实现功能强。它们具有很高的运行可靠性和功能的多样性。其脉冲宽度调制的开关频率是可选的，因而降低了电动机运行的噪声。全面而完善的保护功能为变频器和电动机提供了良好的保护。

在此控制系统中，需要对变频器进行通信控制，因此需先对变频器的参数进行设置，主要对一下几个参数进行调整，如表 2-5 所示。

表 2-5 变频器参数设置表

参数号	参数值	说明
P0005	21	显示实际频率
P0700	2	由端子排输入
P1000	2	模拟输入
P1300	2	可用于可变转矩负载
P2010	6	9600baud
P2011	1	USS 地址
P0300	根据具体电动机设置	电动机类型
P0304	根据具体电动机设置	电动机额定电压
P0305	根据具体电动机设置	电动机额定电流
P0310	根据具体电动机设置	电动机额定频率
P0311	根据具体电动机设置	电动机额定转速

对于此系统中的变频器，在进行手动调试时采用通信控制，因此需要将变频器的参数进行重新设置，通过对已编址的变频器发送控制命令，实现对变频器的控制，即将表 2-5 所示中的 P0700 和 P1000 的参数值都改为 5，就可进行通信控制；在自动控制方式下，通过改变变频器的参数值，实现变频器的模拟控制，即如表 2-5 所示。在此系统中，只是用了一个变频器，因此控制变频器的地址为 1。

3) 各种电机和泵。格栅机型号选用 WL-GS300-1500，标准沟深为 1535 mm，粗格栅栅隙：22 mm，细格栅栅隙：6 mm。清污机型号选用回转齿耙式清污机，清污刮板传动装置宜采用回转式输送链。潜水泵型号选用 WQ30-20-3，流量：30 m³/h，扬程：20 m，功率：3 kw，额定电压：380 V，同步转速 3000 r/min。转碟曝气机型号选用 YHG1800-A，经济转速：50 rpm，转碟直径：1800 mm，浸没水深：680 mm。潜水搅拌机型号选用 QJB，最高介质温度不超过 40℃，介质的 PH 值在 5-9 间，长期潜水运行，潜水深度一般不超过 20 m。污泥回流泵型号选用 OJB—W15，电机功率：15 kw，额定电流：41 A，叶轮直径：400 mm。刮泥机型号选用 ZBG 周边传动刮吸泥机，周边线速度：2.5 m/min，单边功率：0.37 kw，排泥管径：300 mm，处理水量：283 m³/h。离心式脱水机型号选用 SX 系列三足式，转速：1000 r/min，电机功率：11 kw，分离因数：560 Fr，工作容积：140 L。

4) 溶解氧仪。用于测量锅炉给水、蒸汽、超纯水、凝结水、除氧剂出口，以及工厂使用氧气处理化学过程中的含氧量，并根据设定值进行给养控制，其输出信号主要有两种形式：4~20 mA 或 0~20 mA（电流形式），0~5 V 或 1~5 V DC（电压形式）。在此控制系统中，采用溶解氧仪的电流输出信号，将其通过 PLC 的扩展模块送入 PLC 主机进行处理。

本次选用 PH/溶解氧测量仪型号：SA29-MP525。测量范围：pH：（-1.999~19.999）pH mV：±1999.9 mV，溶解氧：（0~40.00）mg/L(ppm)；（0~200.0）% 温度：（-10~110）℃ 精确度：pH：±0.002 pH mV：±0.03% FS 溶解氧：±0.10 mg/L 温度：±0.4℃，自动温度补偿：pH：（0~100）℃ 溶解氧：（0~45）℃，其他参数：数据储存：900组，通讯接口：RS232，电源：DC9V/300mA。其特点是高精度的 pH+溶解氧双参数仪表。配用 2503 型 pH 电极，可用于离子强度较低、浑浊液体和胶体溶液的测量。可设定高纯水和加氨纯水二种特殊的 pH 测量模式，适合电力、石化等行业使用。新型的溶氧电极有盐度测试功能，自动实现盐度补偿和温度补偿；仪器内置气压传感器，自动实现气压补偿。极谱型溶氧电极，极化时间短，响应快，测量准确。

5) 各类按钮。在这个控制系统的自动操作中，采用三种机械按钮，控制污水处理系统的启动和停止，手动/自动按钮使用旋钮，即旋到一边接通，旋到另外一边就断开；自动启动按钮采用触点触发式按钮；急停按钮使用旋转复位按钮，按下后系统停止，旋转后自动弹起复位。

在手动控制状态时，对于每个设备都对应设置一组按钮，采用触点触发式按钮，即按下接通，松开复位。

6) 液位传感器和液位差计。在进水泵房和污泥回流泵房都要安装液位传感器，本系统采用超声波液位传感器，均为数字量输入。对格栅处的清污机进行控制，需要检测格栅两侧的液面差，在该系统中利用液位差计，选用超声波液位差计。本次选用的液位差计也是数字量输入到 PLC 中的，在液位差计中预先设置好设定值。当液位差超过预设的数值时，数字量信号输入到 PLC 中，进而控制清污机运行，清除大颗粒的污染物，保障污水流动通畅；在液位差未超过设定值时，清污机处于停止状态，这样就可大大减少设备损耗。

7) 接触器。在控制系统中，所有设备是根据控制面板上的按钮情况或者根据传感器的反馈值进行动作的，因此需要 PLC 根据当前的工作情况，以及按钮的情况来控制所有设备的启停，在此用到了大量接触器：如格栅机接触器、清污机接触器、潜水泵接触器、分离机接触器、转碟曝气机接触器、潜水搅拌机接触器、刮泥机接触器等。为此该系统选用施耐德 LC1-D0901M5C 交流接触，其额定电压 220 V，额定电流 9 A。其特点有：高标准：符合 IEC60947-4-1 和 GB14048.4 标准。长寿命：机械寿命高达 2000 万次；电寿命高达 200 万次。强适应性：“TH”防护处理，可以在湿热的环境中使用。宽电压：线圈控制电压在 70%-120%U_c 之间波动，不影响产品正常工作。强通用性：具有 50Hz-60Hz 通用线圈，可以全世界通用。模块化：产品本体上可以附加辅助触头，通电/断电延时触头，机械闭锁等模块。也可以很方便地组合成可逆接触器、星—三角起动器。

（1）格栅机接触器。格栅机接触器包括两个：一个是置于粗格栅处，控制粗格栅处的格栅机；一个是置于细格栅处，用于控制细格栅处的格栅机。根据程序的执行或者操作面板上按键的情况，控制两个格栅机的运行与停止。

（2）清污机接触器。清污机接触器包括两个：一个是置于粗格栅处，控制粗格栅处的清污机；一个是置于细格栅处，用于控制细格栅处的清污机。根据格栅两侧的液位差或者操作面板上按键的情况，控制两个清污机的运行与停止。

（3）潜水泵接触器。潜水泵接触器包括有两个接触器，分别控制两台潜水泵，通过进水泵房的液面高度或操作面板上按键的情况，控制两台潜水泵的运行或者停止。

（4）转碟曝气机接触器。转碟曝气机接触器包括六个接触器，每个转碟曝气机都有三个接触器，一个是连接到工频正转电网的，一个是连接到工频反转电网的，另外一个连接到变频器的。根据污水中的溶氧量或操作面板上的按键的情况，控制两台转碟曝气机的运行及停止，以及在运行时是处于变频还是工频运行状态。

（5）分离机接触器。分离机接触器是连接分离机和工频电网的接触器，分离机与转碟曝气机是同步运行，通过对转碟曝气机的控制完成对分离机的控制。

（6）潜水搅拌机接触器。潜水搅拌机接触器是连接潜水搅拌机和工频电网的接触器，通过程序的执行或操作面板上按键的状态，控制潜水搅拌机运行与停止。

（7）刮泥机接触器。刮泥机接触器是连接刮泥机和工频电网的接触器，通过程序的执行或操作面板上按键的状态，控制刮泥机的运行与停止。

（8）污泥回流泵接触器。污泥回流泵接触器是连接污泥回流泵和工频电网的接触器，通过污泥回流泵房中液面的高低或操作面板上按键的状态，控制污泥回流泵的运行与停止。

（9）离心式脱水机接触器。离心式脱水机接触器是连接离心式脱水机和工频电网的接触器，通过程序的执行或操作面板上按键的状态，控制离心式脱水机的运行与停止。

（10）聚合物泵接触器。聚合物泵接触器是连接聚合物泵和工频电网的接触器，通过程序的执行和操作面板上按键的状态，控制聚合物泵的运行与停止。

（11）污泥机及切割机接触器。污泥机及切割机接触器是连接污泥机及切割机和工频电网的接触器，通过程序的执行或操作面板上按键的状态，控制污泥机及切割机的运行与停止。

2.3 硬件电路

根据控制系统的功能要求，如表 2-1、表 2-2、表 2-3、表 2-4 所示的 I/O 分配情况，以及图 1

-2 所示的电气控制系统总体框图，设计出污水处理控制系统的硬件连线图，控制面板上的手动控制部分主要在调试系统时使用，调试完成后基本处于闲置状态。本次硬件连线图是用 AutoCAD 软件进行绘制的，共绘有 16 张 A4 图纸，包括主电路、PLC 及扩展、PLC 输入回路和 PLC 输出回路。

2.3.1 主电路

主电路是各个电机和泵与电网的连接。如图 2-1 所示，为其中一张主电路连线图。

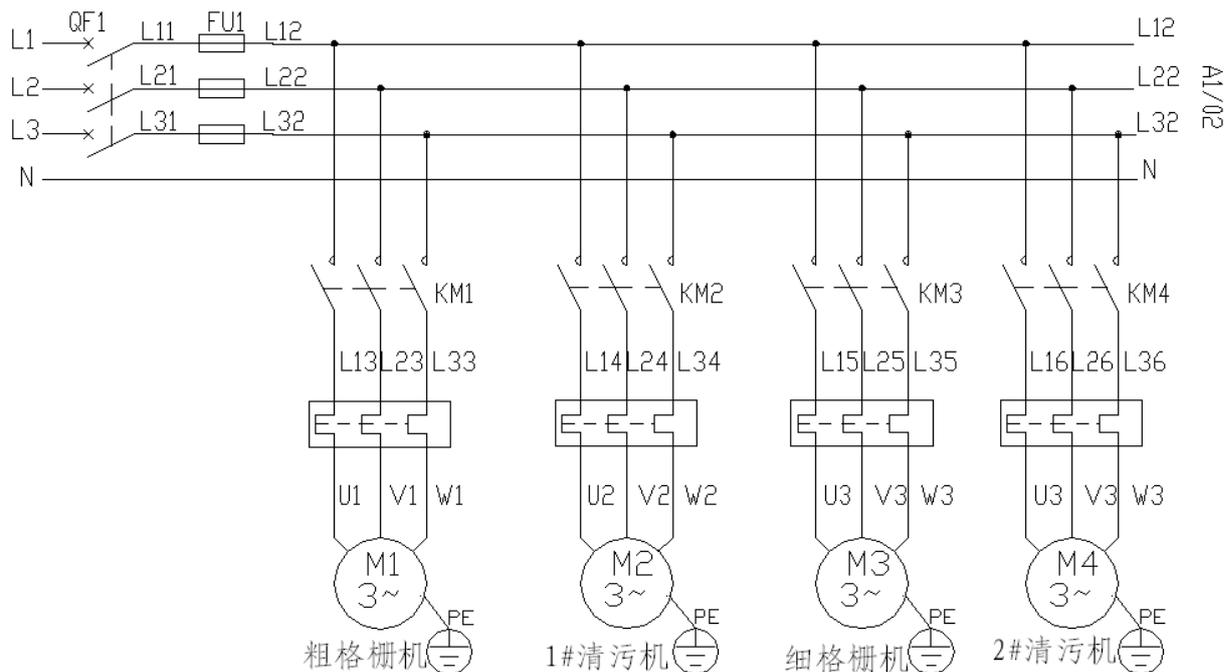


图 2-1 主电路

四台电机分别为粗格栅机（M1）、1#清污机（M2）、细格栅机（M3）、2#清污机（M4）。接触器 KM1、KM2、KM3、KM4 分别控制 M1、M2、M3、M4 的工频运行；FR1、FR2、FR3、FR4 分别为四台电机用作过载保护的热继电器；QF1 为主电路的开关；FU1 为主电路的熔断器。

2.3.2 PLC 及扩展

PLC 采用的是 S7-200 系列的 CPU226，扩展模块包括数字量扩展模块：4 个 EM223 和模拟量扩展模块：1 个 EM235。由于 PLC 和扩展模块的 M 和 L+ 端子都需输入 24V 的直流电压，所以需采用一个直流电源 DC1。如图 2-2 所示，为 PLC 及扩展图。

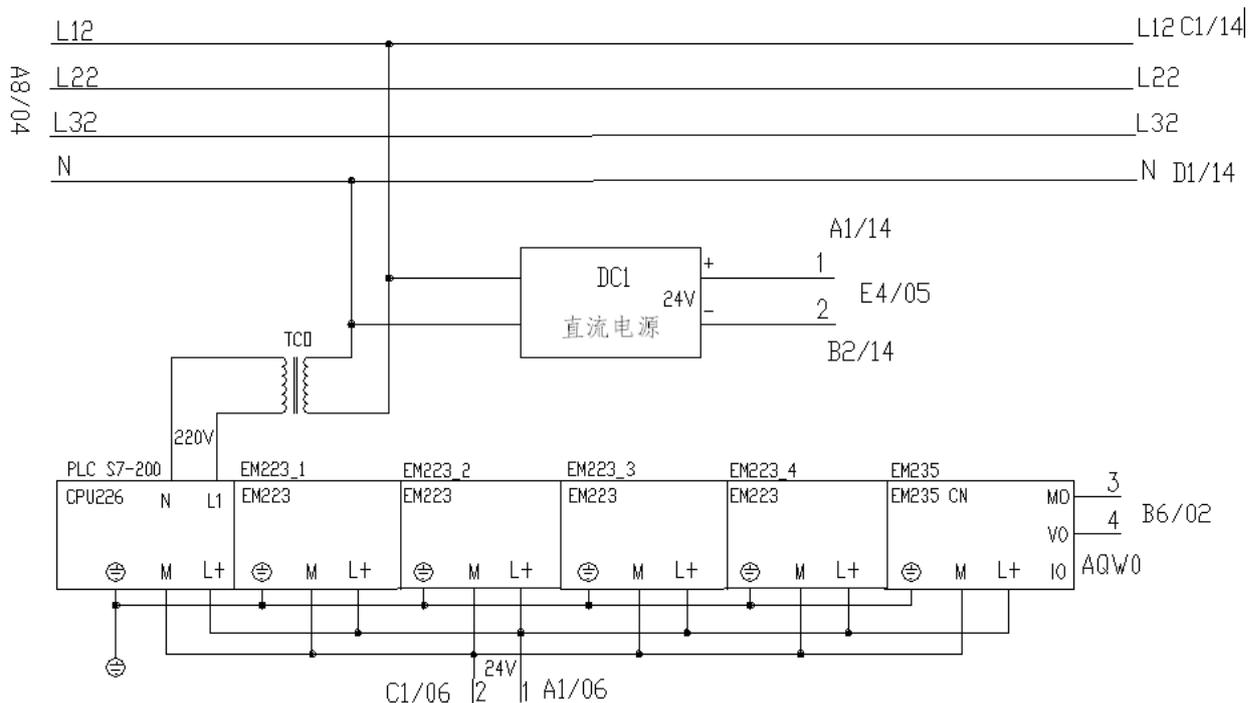


图 2-2 PLC 及扩展

2.3.3 PLC 输入回路

如下图 2-3 所示，为其中一张 PLC 输入回路图。导线 1、2 与直流电压 24V 相连接；SB7~SB14 为常开按钮输入。

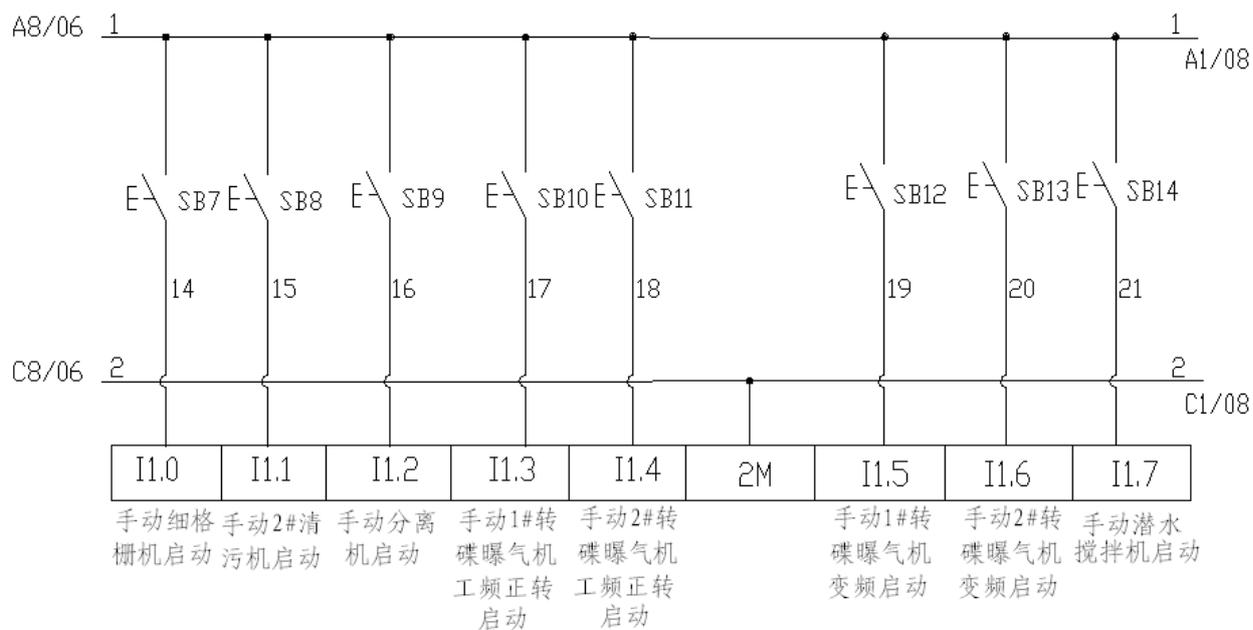


图 2-3 PLC 输入回路

2.3.4 PLC 输出回路

如图 2-4 所示，为其中一张 PLC 输出回路图。

导线 1、2 与直流电压 24V 相连接；导线 L12、N 为电网导线；HL21、HL22、HL23、HL24 分别为潜水泵房报警、污泥回流泵房报警、手动方式指示灯、自动方式指示灯；KM19、KM6、KM8、KM20 分别为污泥机接触器、1#转碟曝气机工频反转接触器、2#转碟曝气机工频反转接触器、切割机接触器；HL19、HL6、HL8、HL20 分别为污泥机运行指示灯、1#转碟曝气机工频反转运行指示灯、2#转碟曝气机工频反转指示灯、切割机运行指示灯。

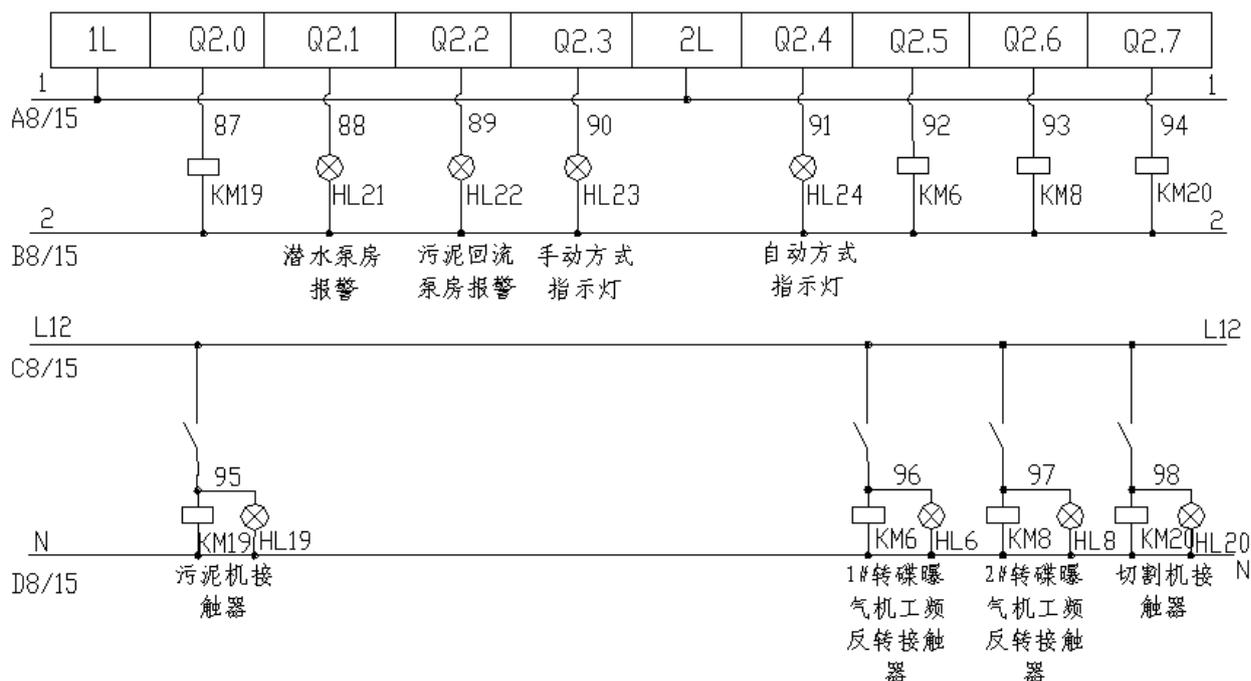


图 2-4 PLC 输出回路

其它详细电路连线图，请查看附录 2，包括 4 张主电路、1 张 PLC 及扩展、8 张 PLC 输入回路、3 张 PLC 输出回路。

3 系统软件设计

采用西门子公司为 S7—200 系列 PLC 开发的 STEP 7—Micro/WIN SP8 作为编程软件，上面介绍了污水处理控制系统的结构、工作原理和电气控制部分的结构，硬件结构的总体设计基本完成后，就要开始软件部分的设计，根据控制系统的控制要求和硬件部分的设计情况及 PLC 控制系统 I/O 的分配情况，进行软件编程设计。在软件的设计中，首先按照需要实现的功能要求做出流程框图，其次按照不同功能编写不同功能模块，这样写出的程序条例清晰，既方便编写，也便于调试。

3.1 系统控制信号

PLC 作为污水处理系统的控制系统使得设计过程变得更加简单，可实现的功能变得更多。与各类人机界面的通信可完成 PLC 控制系统的监视，同时使用户可通过操作界面功能控制 PLC 系统。由于 PLC 的 CPU 强大的网络通信能力，使得污水处理系统的数据传输与通信变得可能，并且也可实现其远程监控。

利用 PLC 作为控制器的污水处理系统主要涉及的控制信号有：一是输入信号；二是输出信号。

3.1.1 输入信号

污水处理系统信号输入检测方面主要涉及五类信号的监测，主要包括：按钮的输入检测、液位差的输入检测、液位高低的输入检测、电机过载保护的输入检测，以及曝气池中含氧量的输入检测。

1) 按钮输入检测。大多数为人工方式控制的输入检测，主要有自动按钮、手动按钮、格栅机启动按钮、清污机启动按钮、潜水泵启动按钮、潜水搅拌机启动按钮、污泥回流泵按钮、曝气机工频、变频按钮，以及变频加速减速按钮等。

2) 液位差输入检测。检测粗细格栅两侧液位差，用来控制清污机的启动与停止。

3) 液位高低输入检测。检测进水泵房和污泥回流泵房中液位的高低，用来控制潜水泵或污泥回流泵的启动和停止，以及投入运行的潜水泵的数量。

4) 电机过载保护的输入检测。电机电路中如果过载，电流过大，则热继电器发出一个信号，输入到控制器中，通过程序来控制电机的停止，以免损坏电机。

5) 含氧量输入检测。以上四

种都为数字量输入，该输入为模拟量输入。曝气过程是污水处理系统中最重要的一环，为了保证微生物所需要的氧气，必须检测污水中的含氧量，并通过曝气机增加或减少其含氧量。通过将溶解氧仪设置在适当位置上，将检测值反馈到 PLC 中，通过运算输出控制曝气机的转速信号。当溶解氧值偏低时，降低了微生物分解的效果，延长了处理时间，严重时甚至导致处理失效，因此需要增加曝气机转速以增加供氧量；当溶解氧值偏高时，导致微生物过氧化，降低了其活性，也不利于处理，因此减小曝气机转速以减少供氧量，最终使污水中的溶解氧保持在一定的范围内。

3.1.2 输出信号

信号输出部分主要包括两个方面：一个是数字量输出，即各类设备的接触器；另外一个为模拟量输出，用来控制曝气机变频器。

1) 数字量输出。控制各类设备的启动和停止，包括：格栅机启停、清污机启停、潜水泵启停、潜水搅拌器启停、污泥回流泵等设备。

2) 模拟量输出。通过 PLC 中运算后的数据，通过其功能模块输出控制信号，该控制信号输入到变频器的控制端子上，改变变频器的输出频率，从而控制曝气机的转速，最后达到控制污水中含氧量的要求。

3.2 系统总体控制

根据系统的控制要求，总体控制是选择自动控制还是手动控制，总体控制流程如图 3-1 所示。

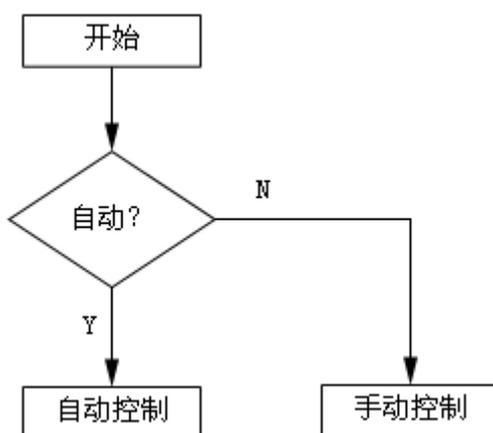


图 3-1 总体控制流程图

3.3 系统手动控制

在手动控制模式下，可单独调试每个设备的运行，如图 3-2 所示。

在此控制模式下，可以通过按钮对格栅机、清污机、污泥回流泵、转碟曝气

机、潜水泵、离心式脱水机、潜水搅拌机、刮泥机，以及各类泵进行控制，对于转碟曝气机的控制，可以通过按钮增大或减小变频器的频率来改变其速度，

也可以进行正反转，以检测调试性能。

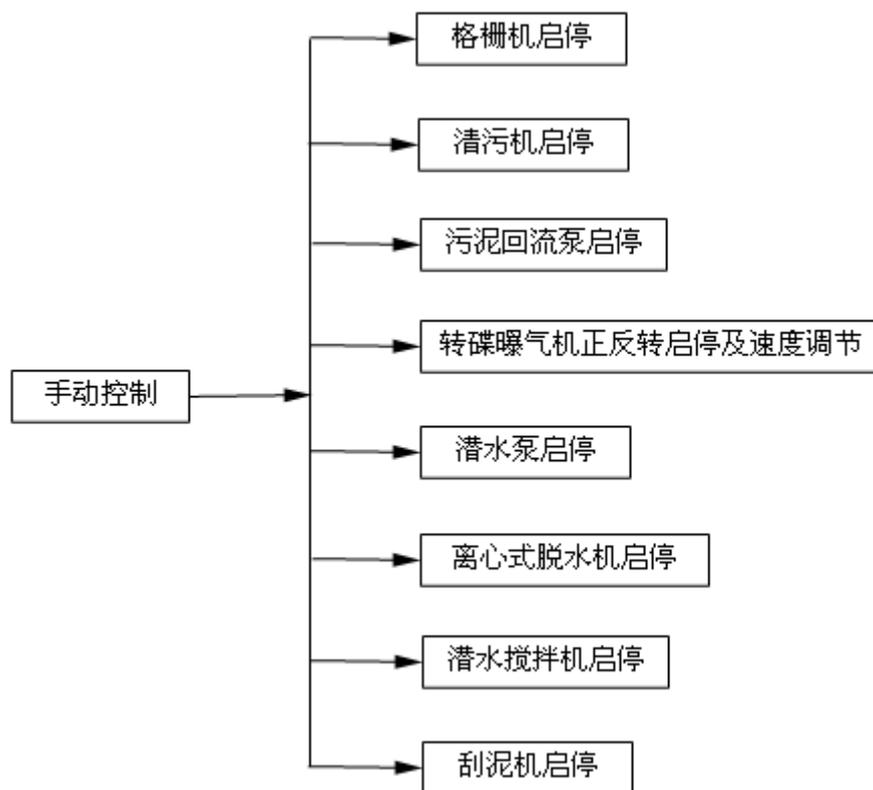


图 3-2 手动控制工艺框图

3.4 系统自动控制

处于自动控制方式时，系统上电后，按下自动启动确认后系统运行，系统开始工作，其工作过程包括以下几个方面。

- 1) 系统上电后，按下自动启动确认按钮，启动潜水搅拌机和刮泥机。
- 2) 启动粗格栅系统。
- 3) 启动潜水泵系统。
- 4) 启动细格栅系统。
- 5) 启动曝气系统。
- 6) 启动污泥回流系统。
- 7) 启动污泥脱水系统。

以上工作过程并不是顺序控制方式，而是按照 PLC 检测到传感器状态进行启动，如图 3-3 所示。

在自动控制工艺框图中，调用各个控制系统的子程序，主要包括粗格栅系统程序、潜水泵系统程序、细格栅系统程序、曝气系统程序、污泥回流泵系统程序

、变频器程序、初始化程序，以及污泥脱水系统程序。

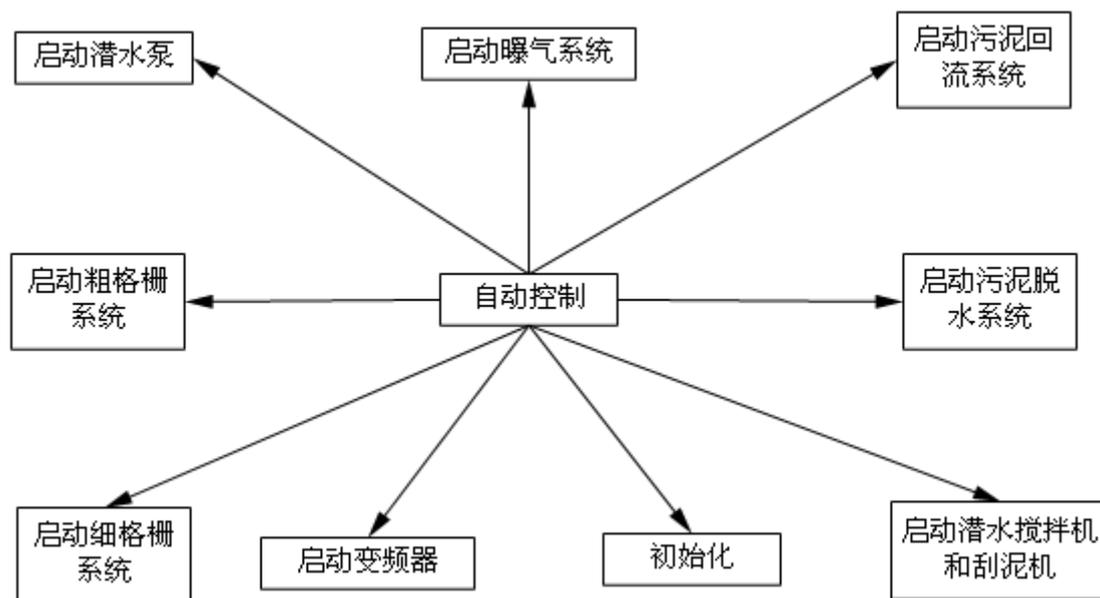


图 3-3 自动控制工艺框图

3.4.1 粗格栅系统

粗格栅系统程序主要控制粗格栅机和 1#清污机的运行，工作过程包括以下几个方面。

- 1) 自动过程开始启动粗格栅机，定时 20min。
- 2) 定时到，停止运行粗格栅机 2h。
- 3) 2h 定时到，运行粗格栅机 20min，循环进行。
- 4) 同时检查液面差，若超过设定值则启动 1#清污机。
- 5) 液面差值低于设定值，停止 1#清污机运行。

粗格栅系统工作流程图如图 3-4 所示。

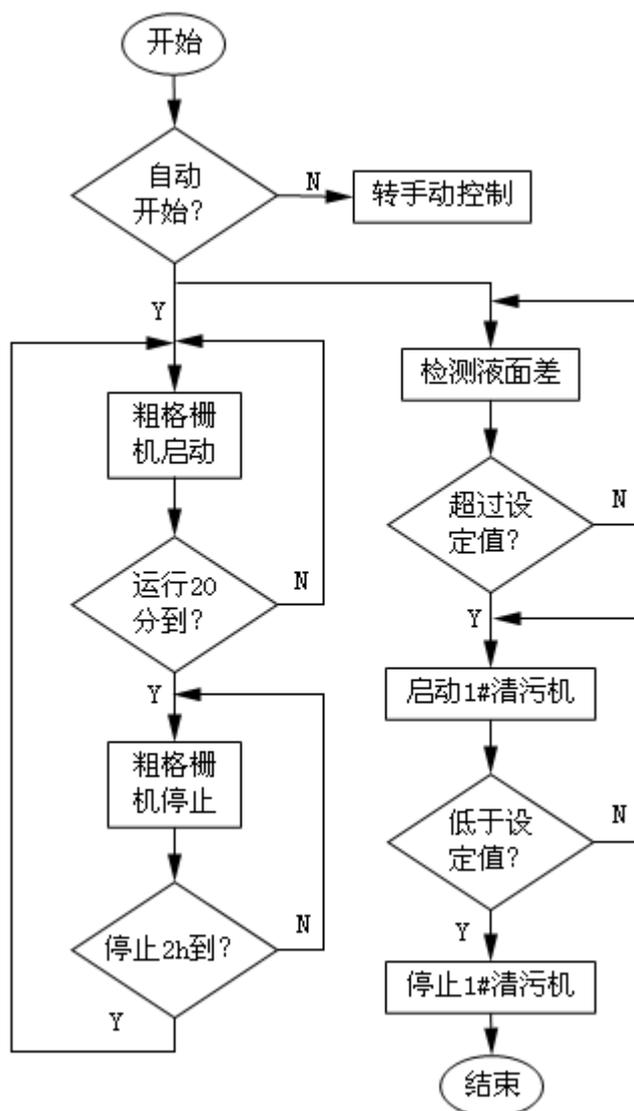


图 3-4 粗格栅系统流程图

3.4.2 细格栅系统

细格栅系统程序主要控制细格栅机和 2#清污机的运行，工作过程包括以下几个方面。

- 1) 自动过程开始，启动细格栅机，定时 20min。
- 2) 定时到，停止运行细格栅机 2h。
- 3) 2h 定时到，运行细格栅机 20min，循环进行。
- 4) 同时检测液面差，若超过设定值则启动 2#清污机。
- 5) 液面差低于设定值，停止 2#清污机运行。

细格栅系统工作流程图如图 3-5 所示。

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/416230022045011003>