

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 多功能蓄水池控制系统设计

学生姓名: 毛开雄

学 号: 201810300868

系 部: 电梯工程学院

专 业: 机电一体化技术

班 级: 机电 1182

指导老师: 彭 娟

二 0 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、设计目的和意义.....	4
(一) 设计目的.....	4
(二) 设计意义.....	4
二、总体设计方案.....	5
(一) 控制方法的选择.....	5
(二) 系统组成.....	5
(三) 确定系统功能、性能指标.....	5
三、蓄水池系统工艺流程及控制要求.....	6
(一) 基本任务.....	6
(二) 基本控制要求.....	6
(三) 工艺流程图.....	6
四、水位自动控制装置整体电路图及工作原理.....	7
五、电路设计.....	10
(一) 水位自动控制电路设计.....	10
(二) 高低水位报警器电路设计.....	11
(三) 数字显示的电路设计.....	12
六、调试.....	12
七、成果.....	14
参考文献.....	15
致 谢.....	16

基于 PLC 多功能蓄水池控制系统设计

[摘要]

根据物体在水中漂浮的性质，可以用一个浮球来感知水塔里水位的升降，用来控制水泵，使水泵能自动对水池上水，水满时能自动断电停止，真正做到水池的全自动控制功能，解决了人们日常用水的诸多不便。

我所设计的水位制动控制装置是有以下几部分组成：水位自动控制电路，高低水位报警器，数码显示。水位自动控制在一定范围内。本系统可以随时控制水位的高低，防止放水过多或无人打开开关。

[关键词] 水池 浮子开关 报警器

一、设计目的和意义

（一）设计目的

对蓄水池液位压力控制系统。这是一个单回路反馈控制系统，控制的任务是使水箱的液位压力等于给定值，减小或消除来自系统内部或外部扰动的影响。用液位压力参数为被控对象。交流电动机带动齿轮泵通过阀 1 向上水箱供水调节阀 2 使之同时向外排水，令入水的速度大于出水的速度，达到被控参数液位压力的动态调整。

（二）设计意义

在人们生活以及工业生产等诸多领域经常涉及到液位和流量的控制问题，例如居民生活用水的供应饮料、食品加工、溶液过滤化工生产等多种行业的生产加工过程通常需要使用蓄液池，蓄液池中的液位需要维持合适的高度，既不能太满溢出造成浪费，也不能过少而无法需求。因此液面高度是工业控制过程中一个重要的参数，特别是在动态的状态下，采用适合的方法对液位进行检测、控制，能收到很好的效果。可编程控制器（PLC）是计算机家族中的一员，是为工业控制应用而设计制造的，主要用来代替继电器实现逻辑控制。PID 控制（比例、积分和微分控制）是目前采用最多的控制方法。

本文主要是对一-水箱液位控制系统的设计过程，涉及到液位的动态控制、控制系统的建模、PLC 控制、PID 算法、传感器和调节阀等一系列的知识。作为单容水箱液位的控制系统，其模型为一阶惯性函数，控制方式采用了 PID 算法，控制核心为 S7-200 系列的 CPU222 以及 A/D、D/A 转换模块,传感器为扩散硅式压力传感器，调节阀为电动调节阀。选用以上的器件设备、控制方案和算法等，是为了能最大限度地满足系统对诸如控制精度、调节时间和超调量等控制品质的要求。液面高度是工业控制过程中-个重要的参数，特别是在动态的状态下，采用适合的方法对液位进行检测、控制，能收到很好的效果。液位控制是工业生产中典型的过程控制问题，对液位准确的测量和有效的控制是一些设备优质、高产、低耗和安全的重要指标。由于它便于直接观察、容易测量、获取方便、过程时间常数一般比较小、价格低廉等特点，所以被广泛应用于工业测量。在工业过程控制系统中，目前采用最多的控制方式依然是 PID 控制。即使在美国、日本等工

业发达国家，PID 控制的使用率仍达 90%，可见 PID 控制在工业过程控制中占有异常重要的地位。PID 控制技术经历了数十年的发展，从模拟 PID 控制发展到数字 PID 控制，技术不断完善与成熟。尤其近十多年来，随着微处理技术的发展，国内外对智能控制的理论研究和应用研究十分活跃，智能控制技术发展迅速，如专家控制、自适应控制、模糊控制等，现已成为工业过程控制的重要组成部分。由于液体本身的属性及控制机构的摩擦、噪声等的影响，控制对具有一定的纯滞后和容量滞后的特点，液位上升的过程缓慢，呈非线性。因此液位控制装置的可靠性与控制方案的准确性是影响整个系统性能的关键。本课题针对液位控制设计了一个由压力传感器、PLC、电动调节阀等组成的系统，并采用了增量式 PID 算法对其控制。

二、总体设计方案

（一）控制方法的选择

蓄水池液位控制系统可归属于一阶惯性环节，一般来说，对一阶惯性环节的过渡过程控制，可采用以下几种控制方案：（1）输出开关量控制（2）比例控制（P 控制）（3）比例积分控制（PI 控制）（4）比例积分加微分控制（PID 控制）。PID 控制适用与负荷变化大、容量滞后较大、控制品质要求又较高的控制系统。另外，PID 算法有两种常见的实现形式：位置型 PID 算法和增量型 PID 算法，结合本系统设计任务与要求，以及以上对几种控制方法的分析来看，增量式 PID 控制方法最适合本系统采用。

（二）系统组成

以现代控制理论和 PLC 为基础，采用数字控制、显示、A/D 与 D/A 换，配合执行器与控制阀构成的 PLC 控制系统，在过程控制中得到越来越用。由于本例是一个典型的检测、控制型应用系统，因此，应以一个专用 PLC 应用系统，以满足检测、控制应用类型的功能要求。

（三）确定系统功能、性能指标

本系统具有以下几种基本功能：

可以进行水位设定，并自动调节水位到给定水位值；

可以调整 PID 控制参数，以满足不同控制对象与控制品质的要求；

可以实时显示给定值与水位实测值。

系统主要性能指标如下：

液位控制范围：0-3m

最小区分度：1cm

控制精度：液位控制的静态误差 $\leq 1\text{cm}$

三、蓄水池系统工艺流程及控制要求

（一）基本任务

对蓄水池箱液位/压力控制系统。这是一个单回路反馈控制系统，控制的任任务是使蓄水池的液位/压力等于给定值，减小或消除来自系统内部或外部扰动的影响。用液位/压力参数为被控对象。交流电动机带动齿轮泵通过阀 1 向上水箱供水，调节阀 2 使之同时向外排水，令入水的速度大于出水的速度达到被控参数（液位/压力）的动态调整。

（二）基本控制要求

对蓄水池，用西门子 S7-200 为控制核心，辅助以单片机系统配套的 A/D、D/A 转换单元及电路，通过执行数字 PID 程序实现参数的自动调整，使水箱的实际液位压力值与设定值接近，最终稳定于设定值。组成单闭环水位调节系统，要求水位可以在一定范围内由人工设定，且各种测量、控制参数可在人机界面上显示、设定。

（三）工艺流程图

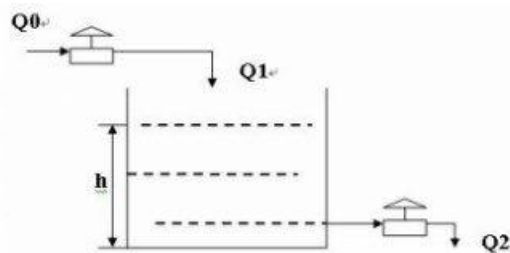


图 1 单容液位蓄水池示意图

图 1 是对蓄水池液位/压力控制系统。这是一个单回路反馈控制系统,控制的任任务是使水箱的液位/压力等于给定值减小或消除来自系统内部或外部扰动的影响。用液位/压力参数为被控对象。交流电动机带动齿轮泵通过阀 Q1 向上水箱供

水,调节阀 Q2 使之同时向外排水,令入水的速度大于出水的速度,达到被控参数(液位/压力)的动态调整。

根据系统总体方案,系统由四个主要功能模块组成,其总体框图如图 2。

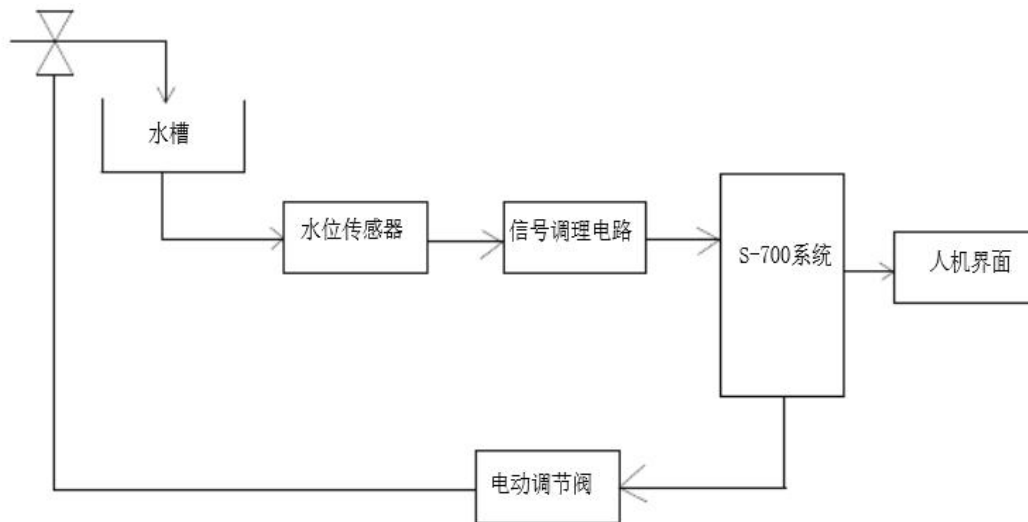


图 2 水位控制系统总体流程图

四、水位自动控制装置整体电路图及工作原理

(一) 整体装置电路图:

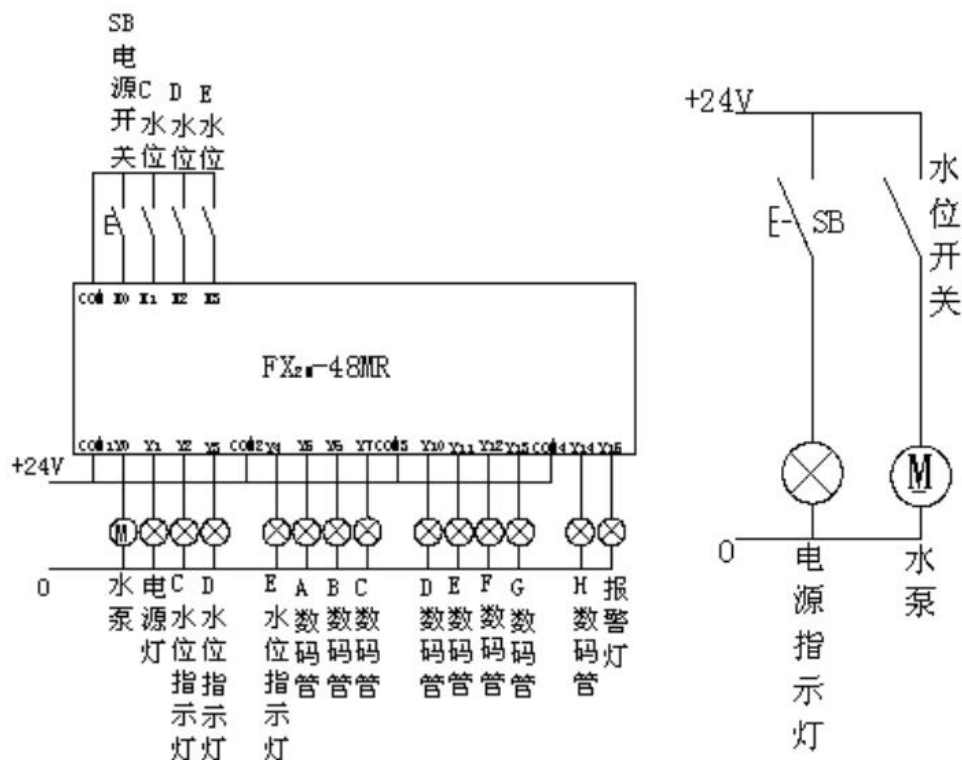


图 3 整体装置电路图

（二）工作原理

水位自动控制装置首先是通过水位自动控制电路根据水位 F 的高低，自动地控制水泵的启动与停止。水泵和水位的高低是相互反馈的。这样就可以实现水位自动控制的目的。该电路是利用浮子开关的输出来控制。

高低水位报警电路设计的原理是利用浮子开关做成水位探头，对高低水位进行探测。当水位高于 7 米或低至 2 米时报警，从而起到高低水为的报警作用。通过 PLC 指令使数码管显示水位高低这样就可以直观的从数码管上显示出当前水位的。

（三）运行方式

该系统有手动和自动两种运行方式：

1. 手动方式

按下启动或停止按钮，可以方便的快捷的保护由于系统故障而使水泵空运行，有效的保护了水泵的使用寿命。

2. 自动方式

按下自动按钮，系统自动检测供水情况，根据浮子开关的通断对水泵进行自动控制，即减少了人们的劳动量，也为人们的生活提供方便快捷的供水质量。手动的切换与与系统控制电路图：

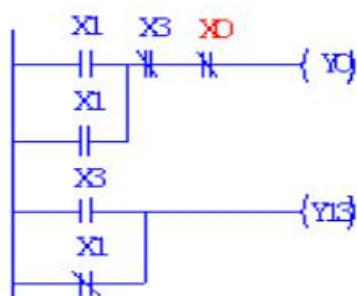


图 6 手动的切换与与系统控制电路图

五、电路设计

(一) 水位自动控制电路设计

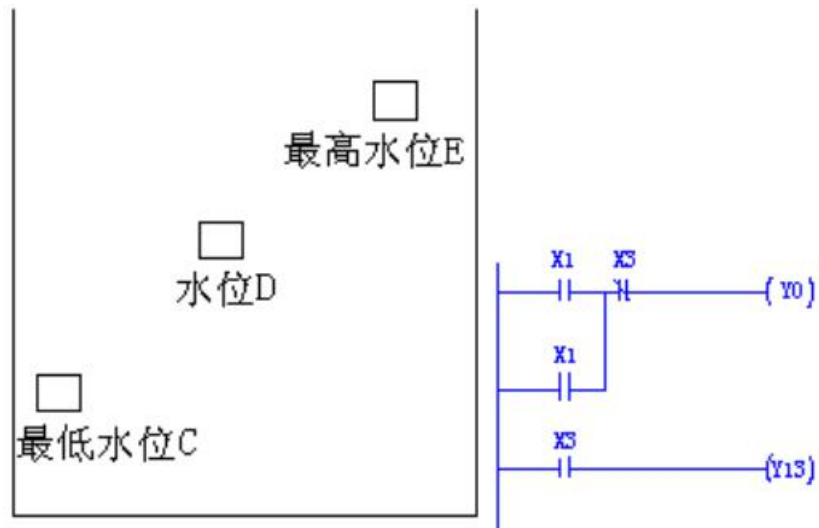


图 7 水位自动控制电路

如图 7 是一个实用的水位自动控制电路。在电路中悬挂了 3 个浮子开关，图中分别标以 C、D、E。当水位在浮子开关 D 以下时，水泵启动抽水，水位上升，直至浮子开关 3 输出一个信号时停机；当水位下降至浮子开关 D 脱离水面时，水泵才再次启动抽水，因此水位总保持在 D、E 之间。

1. 水位在浮子开关 C 以下，浮子开关将输出一个信号，使程序中的常开触点闭合，水泵启动抽水，同时报警器报警。

2. 水位逐渐升高并触及浮子开关 D 但不及浮子开关 E 这时浮子开关 D 接通，常闭触点断开，水泵停止抽水。

3. 水位继续上升至且触发浮子开关 E，程序中浮子开关 E 的常开触点闭合，报警器报警。

4. 水位下降至浮子开关 E 以下，但仍淹及浮子开关，这时水泵停止抽水。

5. 水位继续下降至浮子开关 D 以下，则浮子开关的常闭触点闭合，因此水泵启动抽水。

在水位控制系统中，水池内的水位及液位面与水池底部的压力必须依靠电机水泵的启停来维持，而电机水泵的启停又由继电器控制，其控制电路如下图所示。在继电器控制电路中，当单片机 P1.2 端口输出低电平时，继电器吸合；当 P1.2 输

出为高电平时，继电器不吸合。在继电器吸合到断开的瞬间，由于线圈中的电流不能突变，将在线圈产生下正.上负的感应电压，使晶体管集电极承受很高电压，有可能损坏驱动三极管,为此在继电器线圈两端并联一个续流二极管，使线圈两端的感应电压被嵌位在 0.7V 左右。正常工作时,线圈上的电压.上正下负，二极管截止，对电路没有影响。由于继电器由吸合到断开的瞬间会产生一定的干扰，所以使用逻辑门驱动芯片 7407 加强驱动能力。

(二) 高低水位报警器电路设计

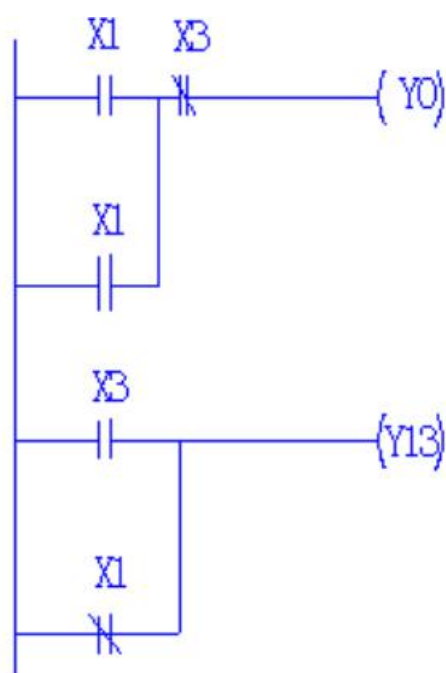


图 8 高低水位报警器电路

图 8 所示当水位触及浮子开关 E 时，浮子开关将会输出一个信号，使程序中浮子开关 E 的触点动作，使其发出报警；同样，当水位低于浮子开关 C 时，程序中浮子开关 C 的触点动作，使其发出报警。

为了防止水池水位过高溢出水池造成水资源，以及水池水位过低蓄水不足导致供水短缺的现象不会发生，在设计水池水位智能控制系统的过程中，报警装置首先把上、下限报警值分别存在 XMAX 和 XMIN 单元中，然后取本次采样值 x_i 先与上限值 MAX 进行比较，如果大于上限报警值，发出高电平信号，使继电器断开,水泵电机停止向水池内注水，同时，输出低电平，使 LED1 亮，进行上限报警;如果采样值 x_i 小于上限报警值，则继续讲采样值 x_i 与下限报警值想比较，若小于下限报警值，送出低电平信号，这时继电器吸合，水泵电机开始向水池内注

水，同时，输出低电平，使LED2亮，进行下限报警;如果采样值既不大于.上限值也不小于下限值，则直接送采样值到显示模块进行实时液位显示。

(三) 数字显示的电路设计

1. 数码管的电路图

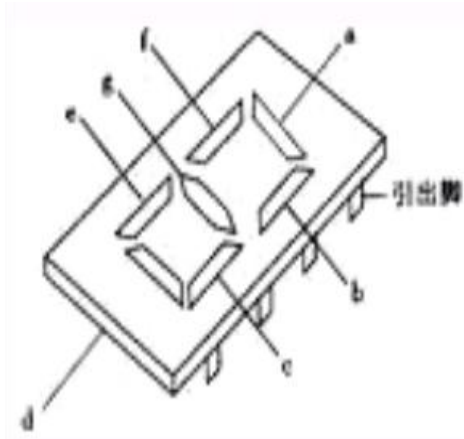


图 9 数码管电路图

2. 数字显示的原理

下面是 I/O 口的分配表：

a-Y5 b-Y6 c-Y7 d-Y10 e-Y11 f-Y12 g-Y13 h-Y14

	Y14\h	Y13/g	Y12/f	Y11/e	Y10/d	Y7/c	Y6/b	Y5/a
1	0	0	0	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	1	0	1	1
3	1	1	0	0	1	1	1	1

根据表格所示，给数码管的管脚通电，会出现不同的数字显示，根据这一原理，我们需要在编程的过程中，为不同的 Y 通电。

六、调试

联机调试就是在样机中全速运行系统软件，观察系统运行情况，并根据运行结果修改控制参数，或对软、硬件方案进行必要的修改，重复调试过程，直到系统能满足各项性能指标要求为止。控制系统设计完成后，最主要的任务就是调试，调试工作分为两大阶段，一是实验室调试阶段，二是现场调试阶段：

（一）实验室调试

应分为硬件调试和软件调试两部分，首先是硬件调试，根据设计逻辑图搭建好系统后，便进入硬件调试阶段。其次是软件调试，即为调节器的参数整定。经过硬件、软件的单独调试后，即可进入硬件、软件联合调试阶段，找出硬件、软件之间不相匹配的地方，反复修改和调试。

（二）现场调试

实验室调试工作完成以后，即可组装成系统，在现场投运行和进一步调试，并根据运行及调试中的问题反复进行修改。值得说明的是，软件、硬件的调试是一个综合性的系统工程，必须反复进行才能完成。

本系统中最主要的联机调试过程是进行 PID 参数整定。不同的控制对象和控制环境需要不同的 PID 参数，即使是同一个控制对象和控制环境，对控制品质的不同要求也需要 PID 参数重新进行整定。

根据生产过程的实际情况，首先将检测传感器投入运行，观察其测量显示的参数是否正确；其次利用调节阀手动遥控，待被控参数在给定值附近稳定下来后，再从手动切换到自动控制。

在调节器从手动切换到自动运行前必须做好细致的检查工作，检查调节器的 PID 参数是否配置好等。检查完毕后，当测量值与给定值的偏差为零时，将调节器由手动切换到自动，于是实现了系统的投运。

系统投入自动运行后，观察系统的控制质量指标是否达到设计要求，否则，在对调节器的 PID 参数适当的微调，以期达到较好的控制质量的设计。

在调试仿真中，我们发现，当工业对象存在时变性、非线性和不确定性时，PID 控制往往不能保证良好的控制品质，对于大惯性、大时滞的对象，其效果也不能令人满意，原因在于常规 PID 控制器的参数是经离线整定后相对固定，不能根据对象特性变化和动态过程修改控制参数。在实际工业控制过程中，由于对象的特性变化或者具有动态特性，需要采取更加灵活有效的控制方式，因此我们决定采用增量式 PID。

七、成果

通过这段时间不懈的努力，我们不仅对之前学到的专业知识加强了巩固，更重要的是我学到了更多新的知识，掌握了设计一个系统的步骤、方法、设计思想。在这次设计初，我们进入了资料搜寻阶段，而且在网上也搜到很多有用的资料，了解了多功能蓄水池控制系统发展的状况以及研究现状，从中得到了许多对设计有用的东西，并最终确定一套设计方案。在设计中我们尽量做到完善，但始终还存在很多不能令人满意的地方，这些地方也暴露了我们以前学习过程中的不足之处。我们一定在以后的学习中逐渐改善！

参考文献

- [1]郑兴文. PLC 原理与应用技术[M]. 西安电子科技大学出版社, 2017: 153-156.
- [2]张家义. 可编程控制器原理及应用[M]. 北京机械工业出版社, 2019: 235-238.
- [3]李军. 电子系统设计 [M]. 浙江大学出版社, 2018: 270-274.
- [4]朱浩强. 可编程控制器选择、设计与维护[M]. 湖南大学出版社, 2018: 011-020.
- [5]孙以兴. 压力传感器设计[M]. 冶金工业出版社, 2015: 121-125.
- [6]秦永烈. 物位测量仪表[M]. 北京机械工业出版社, 2015:126-130.
- [7]谭永强. C 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2017: 108-121.
- [8]黄兴文. 单片机原理与应用技术[M]. 西安电子科技大学出版社, 2017: 158-162.
- [9]郁尤为. 传感器原理及工程应用[M]. 湖南电子科技大学出版社, 2019: 15-33.

致 谢

毕业设计的工作是在彭老师的悉心指导下完成的，彭老师耐心地帮我一遍又一遍地更改，指出了很多细节上的东西，使我受益匪浅，软件编程上遇到了好多麻烦，通过上网查阅资料并在彭老师和同学的耐心帮助下，我不但完成了这次毕业设计而且使我的各方面能力都得到提升，在这里表示由衷的感谢。

时间在慢慢流逝，从不停止；万物在更新，而我们在不停成长。感谢母校——邵阳职业技术学院的辛勤培育之恩！感谢学校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。

最后，回首在母校三年的学习的时光，使我增长了知识开阔了眼界也知道了自己哪里和不足，在未来的日子里我会更加努力，改正自身不好的地方，做更好的自己，加油！