

---

# 基于 PLC 的智能库房环境监控系统设计

学习中心（函授站）

专 业

机电一体化技术

年级层次

学生姓名

导师姓名

摘 要

---

进入二十一世纪，我国的经济、社会迅速发展，人们的生活质量和需求也日益提高，人们的消费结构发生了翻天覆地的变化。社会的繁荣发展也使各类企业、商贩、商场等都需要一个智能且可靠安全的仓库库房。医疗药剂和冷冻冷藏食品的需求不断增加，导致库房仓库也成为了人们娱乐生活和储物的一个重要场所。然而可以智能操控的库房环境监控系统可为企业为人民提供巨大的便利，减少不必要的货物损失和财务损失。当环境对物品不利，温度湿度过高时可以实现智能调控。本文设计一个储存药品的库房环境监控系统。系统是以 PLC 为基来设计，用精度高的传感器来实现温度湿度等环境数据的采集和控制。由于长期疫情的影响，药剂的生产和研究不断扩大，药剂的储量的也不断增长。而药品的存储主要依赖于冷链冷库，所谓冷库，众所周知温湿度等环境因素的稳定是存储药剂药品的重要条件。通过 PLC 和传感器、电源等各种部件的连接，来对传感器收集的数据进行处理，然后实现对冷库环境变量的智能控制。

**关键词：**PLC；智能库房；环境监控；温湿度；药剂存储

---

# 目 录

1 绪论 .....	1
1.1 研究背景 .....	1
1.2 研究意义 .....	1
1.3 研究内容 .....	1
2 整体控制系统方案的确定 .....	3
2.1 库房环境整体概况 .....	3
2.2 控制系统方案的确定 .....	4
3 控制系统硬件选择 .....	6
3.1 PLC 选型 .....	6
3.2 传感器的选型 .....	7
3.3.1 传感器的选择条件 .....	7
3.3.2 温度传感器 .....	7
3.3.3 湿度传感器 .....	8
3.3.4 二氧化碳浓度传感器 .....	8
3.3.5 光照强度传感器 .....	9
3.3.6 传感器工作结构 .....	10
3.3 模拟量扩展模块的选择 .....	10
4 控制系统硬件设计 .....	11
4.1 PLC 地址分配 .....	11
4.2 PLC 地址线路图 .....	11
5 控制系统 PLC 程序设计 .....	12
5.1 PLC 的编程软件选择 .....	12
5.2 编程步骤及注意事项 .....	12
5.2.1 编程步骤 .....	12
5.3 PLC 程序设计 .....	13
5.3.1 主程序的基本结构 .....	13
5.3.2 主程序 .....	13
5.3.3 自动运行程序 .....	19

---

6 仿真与抗干扰分析 .....	20
------------------	----

---

6.1 程序的仿真 .....	20
6.1.1 启动仿真.....	20
6.1.2 模式切换仿真.....	20
6.1.3 急停仿真.....	21
6.1.4 复位仿真.....	21
6.2 干扰分析和抗干扰措施 .....	22
6.2.1 干扰分析.....	22
6.2.2 抗干扰措施.....	22
结论.....	24
参考文献.....	25

# 1 绪论

## 1.1 研究背景

随着国家城市化的迅速发展，社会经济的飞速上升，人们的生活水平也在不断提升，对食品药品的安全质量有了更为高质量的要求。由于二零一九年底爆发的新冠疫情影响，不仅食品滞销而且药品药剂也大量生产。疫情期间，人们对药品药剂的需求直线上升，各大公司企业不断地研究生产，使得药品药剂的存储成为了一个问题，也从侧面推动了冷库库房的研究和发展。随着大量药品药剂的生产，保证药品药剂的质量问题显得十分重要，而且特殊期间人力物力的消耗空前之大。这时候就需要一个专业且智能的库房冷库，这将会是一种非常有利的存储方式。不仅可以保证大量药品药剂的质量安全，还可以减少消耗，满足当下特殊要求。

## 1.2 研究意义

我国是世界第一人口大国，人口基数巨大，即使非特殊时期，对药品药剂的需求也是不容小觑。库房冷库一直是十分重要的存在，但是我国的起步略微晚了一些。自改革开放以来，经济社会和科学研究极速发展，实现了从贫穷到富裕，从落后到进步，从无到有的历史性跨越发展，库房冷库的环境监控智能操控也飞速发展。然而国外的技术也在不断发展，许多发达国家的技术不断更新换代，仍处于世界先进水平。我国的库房冷库的环境监控系统还存在很大的发展潜力，前景很大。所以，为了缩小与先进技术的距离，顺应智能化发展的需求，有一个能无误地检测数据，还能实现环境自动调控的库房监控系统是多么的重要。

一个这样的监控系统的出现，不仅可以有效地保证仓库内部环境的正常运转，还能实时监控并记录环境数据和对数据进行便利的管理，有利于库房内药品高效地储存，提供简便的管理。智能库房环境监控系统的介入，使库房内无需人工操作，智能化的系统会根据对现场数据的分析，合乎时宜的控制执行设备来维持库房内环境的稳定。在我国库房的后期规划上，智能库房环境监控系统应尽可能与互联网实现互通，实现数据共享，跟上互联网发展的脚步。

## 1.3 研究内容

(1)

---

）分析影响药剂存储所需要的条件。影响药剂存储的环境因素主要有光照、温度、湿度、二氧化碳浓度等。光照中所发射的紫外线的能量很大，紫外线作为一种催化剂可以加速药品的氧化分解，使药品变质。温度作为药品存储的重要条件之一有着至关重要的影响，任何药品都需要适宜的温度条件，温度的过高或过低都会引起药品质量的变化。湿度就是空气中的水蒸气含量，作为空气中变化莫测的变量，湿度对药品的存储也有至关重要的作用。湿度过高会使某些药品水解降低药效，软化霉烂甚至出现中毒的副作用，湿度过低容易使一些药品风化变硬还会易碎。

（2）本文对系统的探索主要是从系统的检测和控制两方面入手。检测部分主要包含湿度传感器，温度传感器，光照传感器等，检测部分顾名思义就是对系统的环境变量参数进行检测，为控制系统提供数据。控制系统就是根据检测系统所测数据来控制执行机构的运行，对不适宜的环境因素进行自动调节，其设备主要包括空调、加湿器、除湿器、加热器、二氧化碳发生器等。

（3）根据需求对不同系统对比分析，确定所选 PLC 系统。此系统分监测部分和控制部分，检测部分检测库房各环境变量因数的参数浮动，控制部分再根据检测到的数据变动来做出自动调节操作，使环境数据维持至设定的范围值。

全文通过分析影响药品存储的变量，和对库房内多种环境变量的研究讨论，寻找一种可以同时控制多变量的方法，并尝试利用 PLC 实现。根据条件选择方法，研讨一个操作简单、运行稳定并且功能丰富的智能库房环境监控系统。建立一个高效的管理和控制药剂质量的科学模式，为药剂冷链管理提供一个可示范效应的例子，也能为药剂冷链监管标准的制定摸索一条道路。

---

## 2 整体控制系统方案的确定

### 2.1 库房环境整体概况

库房环境监控系统就是对库房环境参数进行控制的系统，在研究讨论之前，我们需要对要控制的对象进行深刻地了解。因本库房主要是针对于医学药品的存储，二零一七年国务院在国家“十三五”药品安全规划中明确提出要持续提升药品的质量，并且重点提出了要在全国所有地区实施新版《药品经营质量管理规范》和《医疗器械经营质量管理规范》，加强药品上市流通过程中的监督管理，特别要强化冷链运输贮存质量监管。由于影响医药的存储的因素很多，为了保证药品的存储质量，掌握药品存储的条件至关重要。下文对影响药品存储的温度、湿度、空气、光照等环境变量进行了简要分析：

#### (1) 温度

温度对药品存储质量的影响有着相当重要的地位，任何药品药剂都需要一个适宜的温度条件来存储，温度过高或者过低都可以是药品发生化学变化，促使其发生质量变化。由于某些药品药剂对温度极其敏感，从药品的生产企业到使用部门之间的每一个环节都有可能因为温度过高使药品失效甚至产生毒副作用。

温度过高，药品可能会发生化学反应，产生氧化分解的现象加快，还会出现风化、挥发等物理变化，导致药品分解失效，出现质量问题。

一般来讲，药品适宜存储在阴凉处，但是某些药品里的成分也会因温度过低而产生分解、凝固、甚至变质失效等。

比如一些中成药的液体制剂会在低温条件下形成沉淀。因此，将库房的环境温度控制在一个合适的温度范围值之内对储存药品有很重要的意义。

#### (2) 湿度

湿度对药品药剂质量的影响也很大，湿度跟湿度一般呈正比关系，除此之外，还会随着地理位置的变化而变化，是空气中最不稳定最易变动的成分。当湿度过高时，某些药品会发生水解反应，促使药品分解变质甚至产生毒性，吸湿发生稀释、发霉、潮解、变形等。因此，控制库房环境的湿度范围对药品的存储意义也十分重要。

#### (3) 空气

空气中主要以氧气及二氧化碳对药品的影响最大，氧作为自然界中分布最多的元素，它具有使药物发生氧化分解的反应，会使裸露在空气中的药品变色、异味、失效，甚至产生毒性。

二氧化碳对药品的影响也不能忽略。二氧化碳可能会直接导致药品 PH



值变化。一些药品会因为吸收了空气中的水分，通过水分作介质来与二氧化碳反应而变质产生新物质，这种反应叫做碳酸化。

#### (4) 光照

光照中紫外线的能量很大，紫外线作为一种催化剂能促进药物的氧化分解，使药物变质。由紫外线引起的药物的化学反应叫做光化反应，它可以直接导致药品分解、氧化、变色等变化。但是药品受到光的影响并不是光单独起作用的，而是常常伴有其他例如水分、氧气、温度等的共同作用。例如维生素 C 在光照作用下易氧化，当再给其加热使温度升高是，维生素 C 又会产生氧化变色失效的现象。

## 2.2 控制系统方案的确定

智能库房环境监控系统有数据处理、数据监控、智能控制等模块，所谓智能，顾名思义都是需要一些智能元件来完成这些工作。当下，封闭环境内的监测控制根据主控器的不同可分为：基于单片机，基于工业控制器，基于可编程控制器。通过对比分析来确定合适的控制方案。

#### (1) 基于单片机的控制系统

单片机广泛应用于各个领域，控制系统是其应用的重要领域之一。顾名思义，所谓基于单片机的控制系统，它的主控制元件就是单片机。此系统通常采用集中控制的方法。结构图如下图 2.1 所示。

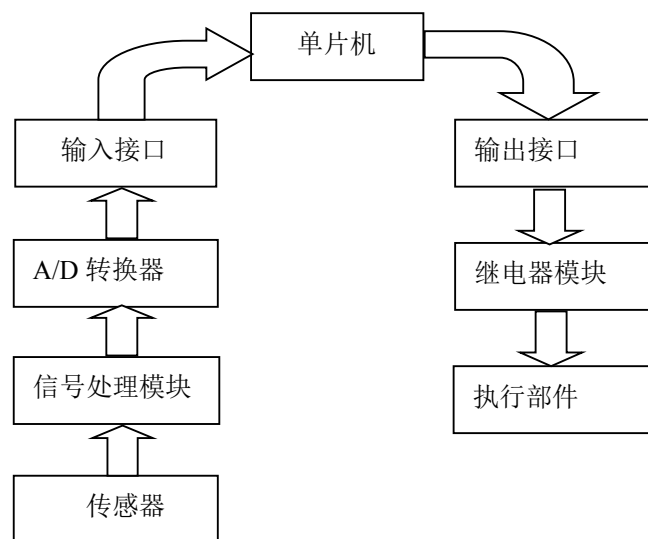


图 2.1 基于单片机的控制系统结构图

系统先将各传感器传来的信号经过信号处理模块，再通过 A/D 转换器，最后发送到单片机，然后单片机对执行部件下达控制信号，实现从检测到控制的操作流程。单片机控制系统操作简单、成本低，但是其稳定性可靠性和扩展性能比较差，单一的单片机控制系统很难在多变量的库房环境中达到需要的要求。

#### (2) 基于工业控制器的控制系统

---

基于工业控制器的系统就是基于 PC 总线的工业计算机，工业控制机（IPC

---

）简称工控机。为避免各类工业现场的高温低温、电磁干扰等问题，IPC 采用了机卡压条过滤网、双正压风扇和全钢的机壳等以及计算机兼容技术。它通常由传感器、工控机、执行部件组成。如图 2.2 所示。

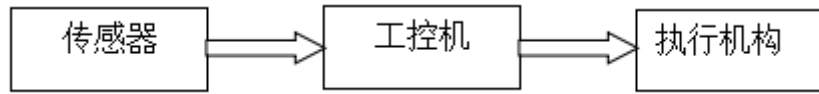


图 2.2 基于工控机的控制系统结构

工控机的可运行的平均时间是普通 PC 的十倍，可靠性比加强，实时性比较高，能做出快速响应。跟基于单片机的控制系统相比，它有可扩展性。但是它的成本比较高，功耗也比较高，而且体积比较大，对编程要求较高。

### （3）基于可编程控制器的控制系统

可编程控制器（PLC）是一种数字运算电子系统，是一种储存程序的控制器，是一种专门为在工业环境下应用而设计的控制器。它有编程简易、安装方便、组态灵活、运行速度快、可靠性高、具有很好的可扩展性等特点。

综上所述，通过对单片机、工控机和 PLC 进行的对比，PLC 的总体性价比更高。所以选择用 PLC 作为库房环境监控系统的主体。

## 3 控制系统硬件选择

### 3.1 PLC 选型

监控系统主要是起到监控和控制库房环境的作用，其通过各种环境变量相应传感器来检测实时数据，并将信息传送到主控制器 PLC，而后 PLC 根据控制方案对执行部件进行控制。系统主要能实现以下几种功能需求：

- (1) 可以通过人为操作启动和停止系统的运行。
- (2) 具有手动和自动两种工作模式的选择，并可以一键切换。
- (3) 实现自动控制功能，设定所需环境范围值，将传感器测量值与其比较，自动调整实时环境，使环境稳定在范围值内。

(4) 急停和复位功能，数据或者设备出错，可以通过按下急停按钮来让系统停止运行，而后通过复位按键让设备初始化，进而可以在维修完成后重启设备。

由于 PLC 性能优良等特点，越来越多领域开始使用 PLC。为了满足不同需求，研发的 PLC 型号也多达上百种，其功能各有差异，应用特点和价格也各有所不同。所以，为满足库房的要求，选择一个性价比高的 PLC 型号尤为关键。

现在市面上生产 PLC 的公司主要有西门子、三菱、欧姆龙、松下、台达等公司。一般常用的是西门子的 PLC，因为其不论是设备维护还是对设备技术资料的查询都比较方便。西门子 PLC 的编程，可以让代码简单化，可移植性高，简单易懂。可以完成大部分我们所需要进行的控制操作，且扩展性和通用性高，具有广泛的应用价值。如果考虑到其更新换代，也可以选择 S7-200 PLC 的升级产品 S7-1500 PLC，或者 S7-1200 PLC。但是由于实验室的 PLC 型号为 S7-200，且学习操作的型号也是 S7-200，所以为了方便使用和编程，本文选择了 S7-200 PLC。样式图如下图 3.1 所示：



图 3.1 S7-200 PLC 样式图

## 3.2 传感器的选型

### 3.3.1 传感器的选择条件

传感器是指一种可以感受被测量并且按照一定规律转化为输出信号的装置。它是信息系统的源头，用传感器来感受物质世界是信息时代的一大标志。传感器是由敏感元件、信号调理电路和转换元件组成，用来实现检测信号和电信号交换。敏感元件就是用来测量被测目标，再由转换元件将测量量转换成一种电信号，最后由信号调理电路对转换元件转换的电信号进行调理，使其易于处理。传感器基本组成如下图 3.2 所示：

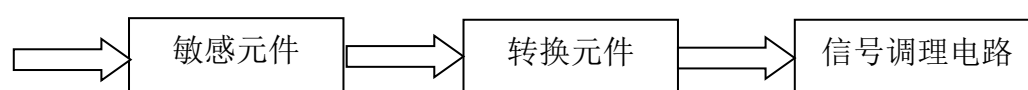


图 3.2 传感器的基本组成

传感器要根据实际使用目的、成本和所用环境等条件来选择。目前来说，市面上的传感器种类繁多，而且以集成类的传感器占大多数，其分类包括有电压输出式、频率输出式、单片智能化、频率/温度输出式等。

### 3.3.2 温度传感器

温度是日常生活中最常见的物理量，温度传感器在日常生活中也是最常见的，且温度传感器的种类数量也是很多，应用最广泛。温度采集是库房环境控制的重要的环节之一，它决定着一个库房监控系统的好坏。

按温度传感器的工作原理分，有电阻式、热电偶式、压电式、PN 结式和辐射式等。根据库房环境的特点和选择传感器的原则，本系统选择了 AD590JHZ 集成温度传感器。外观图如下图 3.3 所示：



图 3.3 AD590JHZ 温度传感器外观图

AD590JHZ 温度传感器的体积比较小，精度比较高、灵敏度高、有封闭的外壳包裹而且操作比较简单。它的温度测量范围可达到  $-55^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，灵敏度可以达到  $1\ \mu\text{A/K}$ ，且电源电压为  $4\text{V} \sim 30\text{V}$

---

，是一个可以应用广泛的电压输出式的温度传感器。在实际应用时，不需要线性化电路、电阻测量电路、精密电压放大器和冷结补偿。

### 3.3.3 湿度传感器

湿度传感器跟温度传感器不同，湿度传感器需要跟被测物体接触，也就是说湿度传感器要暴露在库房环境当中。湿度的采集也是库房环境的重要环节之一。常见的比较多的湿度传感器按照湿敏元件的类型分为电容式和电阻式两种，按材料可分为电解质、半导体陶瓷、高分子和其他。根据检测条件，选择了HS1101湿度传感器，此传感器是基于电容性湿度传感元件。传感器图片如下图3.4所示：



图 3.4 HS1101 湿度传感器外观图

HS1101 湿度传感器主要特点有：

- (1) 尺寸小。
- (2) 对温度的依赖性比较低。
- (3) 不会受到水分浸渍的影响，具有稳定性和可靠性。
- (4) 可在温度 $-40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的范围内工作。
- (5) 测量精度高，测湿范围大。

因为 HS1101 湿度传感器有这些功能，所以它比较适合在库房环境比较复杂的室内进行长时间的工作。

### 3.3.4 二氧化碳浓度传感器

二氧化碳传感器分为红外原理和固态电解质两种。红外原理是根据二氧化碳对特定波段红外辐射的吸收作用，使透过测量室的辐射能量减弱；固态电解质原理是指二氧化碳通过传感器产生碳酸离子，与正离子结合产生电动势，通过测量该电动势的大小确定二氧化碳浓度。根据上文对库房的分析要求，本系统选择了外国型号的 TGS4161 费加罗二氧化碳传感器，外观图如下图 3.5 所示：



图 3.5 TGS4161 二氧化碳传感器

TGS4161 二氧化碳传感器是一种固态电化学型气体敏感元件，体积较小，使用寿命较长，稳定性较强，在高温湿润的环境下也能稳定工作，比较适应库房这种长期需要监控二氧化碳浓度的环境需求。此传感器参数如下表 3.1 所示：

表 3.1 TGS4161 二氧化碳传感器参数表

参数	数值
工作湿度	1%RH~95%RH
工作温度	-10℃~50℃
使用寿命	48000h
测量范围	0~5000ppm
内部热敏电阻（用于补偿）	100000 Ω ±5%

### 3.3.5 光照强度传感器

光照强度传感器的工作原理是将其感受到的光信号转换成电信号。这种传感器结构简单、反应迅速且可靠性强的特征。一般常见的光线传感器可以分为光敏二极管、光敏电阻、光敏三极管、光耦等。由于库房环境的特点，且考虑到成本问题，本系统选择了 GL5537 光敏电阻。光敏电阻是一个成本低的近红外可见光探测的光电元件。其参数如下表 3.2 所示：

表 3.2 GL5537 光敏电阻参数表

参数	数值
光敏电阻耐压	150V
最大功率	90MW
环境温度	-30℃~70℃
响应时间	30MS
亮电阻	20~50K Ω
暗电阻	5M Ω

由表可见，其主要特点有：

- (1) 反应速度快，灵敏度高。
- (2) 可靠性好，光谱特性好。
- (3) 体积小，电路简单。

### 3.3.6 传感器工作结构

在电子控制系统中各种类型的传感器都不能和控制器或者电脑直接互联，PLC 控制器也只能识别数字信号。而传感器输出的信号有数字信号和模拟信号，数字信号可以直接输入到控制器中，模拟信号需要通过模拟量模块进行模拟信号到输入信号的转换，进而输入到控制器。随着技术的进步，新型的智能传感器已经逐渐将传统的传感器代替，从实用角度来说，智能传感器更能满足当前库房系统对于可靠性、稳定性、准确度的要求，其基本架构如图 3.6 所示：

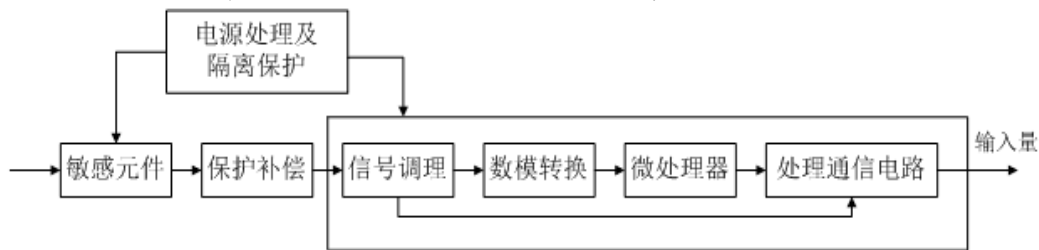


图 3.6 智能传感器硬件组成框架结构

### 3.3 模拟量扩展模块的选择

由上文所述，传感器输出的信号分为模拟信号和数字信号，数字信号能直接输入到 PLC，而模拟信号需要一个模拟量模块将其转换为数字信号。本文所选择的四种传感器均为模拟信号，所以需要有一个模拟量扩展模块。因此我们选择了西门子的 EM231 模块。此模拟量模块有 4 路的也有 8 路的，因为本文没有在实际场合进行实地实验，只是进行了一次仿真，运用了四个传感器，故选择 EM231 4 路输入模拟量模块即可满足需求。若是进行实地实验，还需要考虑到传感器的增加，传感器探头的个数等，需要实际情况实际定夺。

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/217110163143006106>