

摘 要

目前，输送带系统在工业的各个领域有着广泛的应用。其构造简朴、运营平稳、运转可靠、能耗低、对环境污染小、便于集中控制和实现自动化、管理维护以便，在连续装载条件下可实现连续运送。对于输送带的控制，它的控制形式也多种多样，它能够由单片机，PLC，以及计算机来控制，此前都采用接触继电器控制系统。而接触继电器控制系统接线复杂、抗干扰能力差，易因接触不良而造成故障，而且功能扩展性差。PLC因其可靠性高、功能完善而越来越受到企业的青睐，老式的接触继电器控制系统已逐渐为 PLC 所取代。

根据所学知识和文件资料对基于 PLC 的生产线输送带控制系统设计所采用的措施是 PLC 集中控制的措施，利用 PLC 内部存储来执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作，并采用数字量，模拟量的输入和输出来完毕控制过程，从而实现对传送带的智能控制。而且 PLC 能把计算机的许多功能和继电控制系统结合起来，使 PLC 和组态控制软件的联络愈加紧密，使其模拟量控制、位置控制控制等使其远程通信功能愈加完善。所以此次设计选择了用 PLC 来控制输送带的整个运营过程，利用 PLC 简朴可视化的程序，实现自动控制的目的。PLC 的利用使得系统的电路变得简要清楚，而且十分便于后来的运营维护带式输送机。

关键词：PLC； 输送带； 集中控制

Design Of The Conveyor Belt Control System For Production line Based on PLC

Abstract

At present, belt conveyor system in the industrial areas in which there is a wide range of applications. Its simple structure, smooth running, run reliable, low energy consumption and environmental pollution on small, easy to focus on control and automation, and ease of maintenance, and management in a continuous load conditions for transport. Conveyor belt for the control, it has a variety of forms of control, it can be done by single-chip Phone, as well as computer, PLC, have in the past to control relay control system with touch. Contact with relay control system wiring complex, anti-interference ability is poor, vulnerable to failure and poor contact, and scalability. PLC due to its high reliability, and functionality has been more and more enterprises, traditional contact relay control system has been replaced by PLC for step-by-step.

Based on the knowledge-based information and documentation of PLC conveyor belt production line control system design is the method used by the centralized control PLC

approaches, using PLC internal storage to perform logical operations, sequence control, timer, counting and arithmetic operations, such as volume, and adopts the digital, and analog input and output to complete control over the process, the conveyor belt of intelligent control. But PLC to many of the features of the computer and relay control systems into one, so that group mentality and PLC control software, and more closely connected to the analog control, position control, and control their remote communication is much more refined. Therefore this design choice PLC to control the use of the conveyor belt, used during the entire run PLC simple visualization of the process, the automatic control. Use the PLC The circuit makes the system more concise clear and 10 for easy future maintenance of the running belt conveyor.

Keywords: PLC; conveyor belt; centralized control

目 录

| | |
|--------------------------------|---|
| 1 引言 | 1 |
| 1.1 设计目的和意义 | 1 |
| 1.2 国内外带式输送机技术现状及差距 | 2 |
| 1.2.1 大型带式输送机的关键关键技术上的差距 | 3 |
| 1.2.2 技术性能上差距 | 4 |
| 1.2.3 控制系统上差距 | 5 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 1.3 本文所做的工作 | 5 |
| 2 基于 PLC 的生产线输送带控制系统方案设计 | 6 |
| 2.1 胶带输送机 | 6 |
| 2.1.1 胶带输送机的类型及合用条件 | 6 |
| 2.1.2 胶带输送机构造 | 6 |
| 2.2 方案比较 | 7 |
| 2.3 方案拟定 | 8 |
| 2.3.1 设计任务 | 9 |
| 2.3.2 系统设计思绪 | 10 |
| 3 基于 PLC 的生产线输送带控制系统硬件设计及选型 | 12 |
| 3.1 可编程控制器 PLC 的选型 | 12 |
| 3.1.1 PLC 的构成构造 | 12 |
| 3.1.2 PLC 的工作原理 | 13 |
| 3.1.3 机型的选择 | 16 |
| 3.1.4 Siemens S7-200 简介 | 17 |
| 3.1.5 本设计的 PLC 配置 | 18 |
| 3.1.5 本设计 PLC 的 I/O 配置及外围电路设计 | 20 |
| 3.2 传感器选型 | 22 |
| 3.2.1 光电传感器 | 22 |
| 3.2.2 称重传感器 | 22 |
| 3.2.2 跑偏开关 | 24 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 3.3 被控装置的选择 | 26 |
| 3.3.1 传送带电机 | 26 |
| 3.3.2 电动推杆 | 27 |
| 3.3.3 液压推杆 | 29 |
| 3.3.4 滚筒电机 | 30 |
| 4 基于 PLC 生产线输送带控制系统软件设计 | 31 |
| 4.1 PLC 程序设计 | 31 |
| 4.1.1 编程软件简介(STEP7 Micro/WIN) | 31 |
| 4.1.2 软件编程分析及编程 | 32 |
| 4.1.3 PLC 编程 | 32 |
| 4.2 上位机组态监控界面 | 37 |
| 4.2.1 组态软件的系统构成及其简介 | 37 |
| 4.2.4 系统方案的开发环节 | 39 |
| 4.2.5 系统组态界面 | 40 |
| 5 系统仿真测试及成果 | 42 |
| 5.1 传感器 1#模块仿真 | 42 |
| 5.2 传送带模块仿真 | 43 |
| 5.3 称重比较模块仿真 | 43 |
| 5.4 传感器 2#模块仿真 | 45 |
| 5.5 传感器 3#模块仿真 | 46 |
| 5.6 胶带跑偏保护和急停报警及报警复位 | 47 |

| | |
|-------------------|----|
| 5.7 系统运营指示 | 48 |
| 5.8 仿真成果总分析 | 48 |
| 6 结论与展望 | 49 |
| 参照文件 | 50 |
| 致谢 | 51 |

1 引言

1.1 设计目的和意义

目前，输送带系统在工业的各个领域有着广泛的应用。例如，在采矿业的输送带系统、火电厂的燃料煤进料系统、食品工业的输送带系统等这些领域都采用了输送带。输送带运营的可靠性与稳定性，直接影响着企业的生产发展。

对于输送带的控制，此前都采用接触继电器控制系统。而接触继电器控制系统接线复杂、抗干扰能力差，易因接触不良而造成故障，而且功能扩展性差。尤其是在采矿业中，现场操作环境恶劣，直接影响人体的健康和企业的正常作业。PLC 因其可靠性高、功能完善而越来越受到企业的青睐，老式的接触继电器控制系统已逐渐为 PLC 所取代。PLC 是在老式的顺序控制器的基础上引入了微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通讯技术而形成的一代新型工业控制装置，目的是用来取代继电器，执行逻辑、记时、计数等顺序控制功能，建立柔性的程控系统。可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存贮器，用来在其内部存贮执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并经过数字的、模拟的输入和输出，控制多种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备，都应按易于与工业控制系统形成一种整体，易于扩充其功能的原则设计。

PLC 具有通用性强、使用以便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简朴等特点。能够预料：在工业控制领域中，PLC 控制技术的应用必将形成世界潮流。

目前可编程序控制器的应用已经渗透到国民经济的各个部门和工业过程的各个角落，已成为企业提升装备技术水平的主要标志。在宝钢的二期三期工程中使用了国外多种厂家三十几种机型计六百多台套的可编程序控制器，在广西玉柴机器有限企业的柴油机生产线中使用了近二百台罗克韦尔自动化企业的可编程序控制器，像这么大范围使用可编程序控制器的系统已很常见。所以，本设计对 PLC 的研究是有很强的实用性和研究意义的。因为 PLC 是一种专门为在工作环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置。而且 PLC 及其有关的外围设备应该按易于与工业控制系统形成一种整体，易于扩展其功能的原则而设计。所以此次设计选择了用 PLC 来控制皮带机的整个运营过程，PLC 的利用使得系统的电路变得简要清楚，而且十分便于后来的运营维护。

此次毕业设计的意义是：因为 PLC 为主构成的控制系统具有可靠性高、控制功能强大、性价比高等优点，是目前工业自动的首选控制装置，而且胶皮机的运送系统复杂，环节多，运量大，所用的设备种类多，要求高。对于高产高效的当代化炸药的运送系统就必须做到降低环节，消除停止，实施不间断的运送连续化、控制、检测自动化，才干达成高产高效减员提效的目的。

1.2 国内外带式输送机技术现状及差距

国外带式输送机技术的发展不久，其主要表现在目前 2 个方面：一方面是带式输送机的功能多元化、应用范围扩大化，如高倾角带输送机、管状带式输送机、空间转弯带式输送机等多种机型；另一方面是带式输送机本身的技术与装备有了巨大的发展，尤其是长距离、大运量、高带速等大型带式输送机已成为发展的主要方向，其关键技术是开发应用于带式输送机动态分析与监控技术，提升了带式输送机的运营性能和可靠性。目前，在煤矿井下使用的带式输送机已达成表 1 所示的主要技术指标，其关键技术与装备有如

下几种特点：

- (1) 设备大型化。
- (2) 应用动态分析技术和机电一体化。

(3) 输送系统设备的通用性、互换性及其单元驱动的可靠性。

(4) 新型、高可靠性关键元部件技术。

表 1-1 国外带式输送机的主要技术指标

| 主参数 | 顺槽可伸缩带式输送机 | 大巷与斜井固定式强力带式输送机 |
|-----------------|------------|----------------------|
| 运距/m | 6000~7500 | >6000 |
| 带速/ $m.s^{-1}$ | 4.5~6 | 4~7, 最高达 10 |
| 输送量/ $t.h^{-1}$ | 3500~5000 | 4000~5000 |
| 驱动功率/kW | 1500~4000 | 3500~7000, 最大达 15000 |

我国生产制造的带式输送机的品种、类型较多。在“八五”期间，经过国家一条龙“日产万吨综采设备”项目的实施，带式输送机的技术水平有了很大提升，煤矿井下用大功率、长距离带式输送机的关键技术研究和新产品开发都取得了很大的进步。如大倾角长距离带式输送机成套设备、高产高效工作面顺槽可伸缩带式输送机等均弥补了国内空白，并对带式输送机的减低关键技术及其主要元部件进行了理论研究和产品开发，研制成功了多种软启动和制动装置以及以 PLC 为关键的可编程电控装置统采用调速型液力偶合器和行星齿轮减速器。目前，我国煤矿井下用带式输送机的主要技术特征指标如表 2 所示

表 1-2 国内带式输送机的主要技术指标

| 主参数 | 顺槽可伸缩带式输送机 | 大巷与斜井固定式强力带式输送机 |
|-----------------|------------|----------------------|
| 运距/m | 2023~3000 | >3000 |
| 带速/ $m.s^{-1}$ | 3.5~4 | 4~5, 最高达 8 |
| 输送量/ $t.h^{-1}$ | 2500~3000 | 3000~4000 |
| 驱动功率/kW | 1200~2023 | 1500~3000, 最大达 10000 |

1.2.1 大型带式输送机的关键关键技术上的差距

(1) 带式输送机动态分析与监测技术 长距离、大功率带式输送机的技术关键是动态设计与监测，它是制约大型带式输送机发展的关键技术。目前我国用刚性理论来分析研究带式输送机并制定计算措施和设计规范，设计中对输送带使用了很高的安全系统（一般取 $n=10$ 左右），与实际情况相差很远。实际上输送带是粘弹性体，长距离带式输送机其输送带对驱动装置的起、制动力的动态响应是一种非常复杂的过程，而不能简单地用刚体力学来解释和计算。国外已开发了带式输送机动态设计措施和应用软件，在大型输送机上对输送机的动张力进行动态分析与动态监测，降低输送带的安全系统，大大延长使用寿命，确保了输送机运营的可靠性，从而使大型带式输送机的设计达成了最高水平（输送带安全系数 $n=5\sim6$ ），并使输送机的设备成本尤其是输送带成本大为降低。

(2) 可靠的可控软起动技术与功率均衡技术 长距离大运量带式输送机因为功率大、距离长且多机驱动，必须采用软起动方式来降低输送机制动张力，尤其是多电机驱动时。为了降低对电网的冲击，软起动时应有分时慢速起动；还要控制输送机起动加速度 $0.3\sim0.1\text{ m/s}^2$ ，处理承载带与驱动带的带速同步问题及输送带涌浪现象，降低对元部件的冲击。因为制造误差及电机特征误差，各驱动点的功率会出现不均衡，一旦某个电机功率过大将会引起烧电机事故，所以，各电机之间的功率平衡应加以控制，并提升平衡精度。国内已大量应用调速型液力耦合器来实现输送机的软起动与功率平衡，处理了长距离带式输送机的起动与功率平衡及同步性问题。但其调整精度及可靠性与国外相比还有一定差距。另外，长距离大功率带式输送机除了要求一种运煤带速外，还需要一种验带的带速，调速型液力耦合器虽然实现软开启与功率平衡，但还需研制适合长距离的无级液力调速装置。当电机功率 $>50\text{ kW}$ 时，

可控开启传播-CST(用于大惯性负载平滑开启的多级减速齿轮装置,多用于煤矿和矿山中带式输送机的驱动)显示出优越性。因为可控软起动是将行星齿轮减速器的内齿圈与湿式磨擦离合器组合而成(即粘性传动)。经过百分比阀及控制系统来实现软起动与功率平衡,其调整精度可达98%以上。但价格昂贵,急需国产化。

1.2.2 技术性能上差距

我国带式输送机的主要性能与参数已不能满足高产高效矿井的需要,尤其是顺槽可伸缩带式输送机的关键元部件及其功能如自移机尾、高效储带与张紧装置等与国外有着很大差距。

(1) 装机功率 我国工作面顺槽可伸缩带式输送机最大装机功率为 4×250 kW,国外产品可达 4×970 kW,国产带式输送机的装机功率约为国外产品的30%~40%,固定带式输送机的装机功率相差更大。

(2) 运送能力 我国带式输送机最大运量为3000 t/h,国外已达5500 t/h。

(3) 最大输送带宽度 我国带式输送机为1400 mm,国外最大为1830 mm。

(4) 带速 因为受托辊转速的限制,我国带式输送机带速为4m/s,国外为5m/s以上。

(5) 工作面顺槽运送长度 我国为3000 m,国外为7300m。

(6) 高效储带与张紧装置 我国采用封闭式储带构造和绞车拉紧为主,张紧小车易脱轨,输送带易跑偏,输送带伸缩时,托辊小车不自移,需人工推移,检修麻烦。国外采用构造先进的开放式储带装置和高精度的大扭矩、大行程自动张紧设备,托辊小车能自动随输送带伸缩到位。输送带易跑偏,不会出现脱轨现象。

(7) 输送机品种

机型品种少，功能单一，使用范围受限，不能充分发挥其效能，如拓展运人、运料或双向运送等功能，做到一机多用；另外，我国煤矿的地质条件差别很大，在运送系统的布置上经常会出现某些特殊要求，如弯曲、大倾角 ($>+25^\circ$) 直至垂直提升等，应开发特殊型专用机种带式输送机。

1.3.3 可靠性、寿命上的差距

(1) 输送带抗拉强度 我国生产的织物整芯阻燃输送带最高为 2500 N/mm，国外为 3150 N/mm。钢丝绳芯阻燃输送带最高为 4000 N/mm，国外为 7000 N/mm。

(2) 输送带接头强度 我国输送带接头强度为母带的 50%~65%，国外达母带的 70%~75%。

(3) 托辊寿命 我国既有的托辊技术与国外比较，寿命短、速度低、阻力大外国的比我们的寿命多 30%-40%。

(4) 输送机减速器寿命 我国输送机减速器寿命 3 万 h，国外减速器寿命 7 万 h。

(5) 带式输送机上下运营时可靠性差。

1.2.3 控制系统上差距

(1) 驱动方式 我国为调速型液力耦合器和硬齿面减速器，国外传动方式多样，如 BOSS 系统、CST（软开启）可控传动系统等，控制精度较高。

(2) 监控装置 国外输送机已采用高档可编程序控制器 PLC，开发了先进的程序软伯与综合电源继电器控制技术以及数据采集、处理、存储、传播、故障诊疗与查询等完整自动监控系统。我国输送机仅采用了中档可编程序控制器来控制输送机的开启、正常运营、停机等工作过程。虽然能与可控启（制）支装置配合使用，达成可控启（制）动、带速同步、功率平衡等功能，但没有自动临近装置，没有故障诊疗与查询等。

(3) 输送机保护装置

国外带式输送机除安装预防输送带跑偏、打滑、撕裂、过满堵塞、自动洒水降尘等保护装置外，近年又开发了诸多新型监测装置：传动滚筒、变向滚筒及托辊组的温度监测系统；烟雾报警及自动消防灭火装置；纤维织输送带纵撕裂及接头监测系统；防爆电子输送带秤自动计量系统。这些新型保护系统我国基本处于空白。而我国既有的打滑、堆煤、溜煤眼满仓保护，防跑偏、超温洒水，烟雾报警装置的可靠性、敏捷性、寿命都较低。

1.3 本文所做的工作

首先进行有关 PLC 传送带设计方面的资料搜集和 PLC 等有关知识的复习与巩固。根据设计需要，把此次设计提成了几种大模块来研究。然后计划对电气设备选择，如 PLC 的选型，传感器的选型，电机选型等。最终进行了对此次设计中的系统流程图，PLC 的外部接线图以及有关 PLC 的程序梯形图进行了初步设计。在考虑了自己的爱好和将来的工作后选择了基于 PLC 的生产线输送带控制系统设计，完毕了开题。仔细学习了 PLC 的编程以及系统组态，努力达成能独立编程和做出系统模拟画面图程度。先根据系统要求的需要，拟定了 PLC 所需的 I/O 点数，从而对 PLC 进行了选型，然后对传感器也进行了选型，各类电机的选型。然后按照系统的设计流程，对系统进行一步步设计。

2 基于 PLC 的生产线输送带控制系统方案设计

基于 PLC 的生产线输送带控制系统首先得进行胶带输送机的选型，然后基于系统

构造进行系统方案选择，明确系统的整体思绪。

2.1 胶带输送机

2.1.1 胶带输送机的类型及合用条件

(1) 带式输送机的类型

①按牵引方式不同，可分为滚筒驱动式和钢丝绳牵引式两类，本系统简介的是滚筒驱动式通用型胶带输送机。

②按输送带的强度不同，可分为通用型和强力型。

③按带式输送机作用不同，可分为转载式、伸缩式和固定式。

④按式输送机的安装方式不同，可分为落地式、吊挂式和组合式。

(2) 皮带输送机的合用条件

带式输送机既可用于水平运送，又可用于倾斜运送。当用于倾斜运送时其倾角受到一定限制。一般情况下，倾斜向上运送时的倾角不超出 18° ，向下运送时的倾角不超出 15° 。目前国内已生产出一种适应倾角不不不不大于 30° 的特殊带式输送机。为减小输送带的严重磨损，带式输送机不宜运送有棱角的货品。另外，通用型带式输送机不能弯曲。

经过仔细考虑，本设计采用水平皮带输送系统。

2.1.2 胶带输送机构造

皮带输送机主要构造有：机架、皮带（或输送带）、机头滚筒、机尾滚筒、驱动装置、上下托轮、拉紧装置及打扫装置等构成。

(1) 输送带

输送带既是承载机构，又是牵引机构。常用的输送带带有 3

种类型，即一般输送带、钢丝绳芯输送带和钢丝绳牵引输送带。在这里使用的是
一般输送带的构造。输送带用数层帆布做带芯，层与层之间用橡胶粘合在一起，然后
在外面周围用橡胶盖层加以保护。帆布由棉、尼龙等纤维织成或为混纺物。帆布层用
来承受载荷并传递牵引力，而橡胶保护层用来预防外界物体对帆布层的损伤及有害物
质的腐蚀。输送带强度按帆布层的拉断力来计算。国产橡胶带有两种：一种为一般
型，每层帆布的径向拉断力为 560N/cm ；另一种为强力型，每层帆布的径向拉断
力为 960N/cm 。保护层的厚度是：上层（与货载接触面）厚度为 3mm ；下层厚度
为 1mm 。

（2）托轮和机架

托轮是用来支承输送带，降低输送带阻力，并使输送带悬垂度不超出一定程度，
以确保输送带运营平稳。

托轮由轴、轴承和原则套筒等构成。托辊按用途可分为槽型托轮、平型托轮、
调心托轮和缓冲托轮四种，在这里使用的是平型托轮，平型托辊用于输送散装。

机架按构造可分为落地式和绳架吊挂式两种。落地式机架又分为固定式和可拆
移式两种。固定式是将机架固定在地基上，而拆移式是在机架与机架之间、托
辊与机架之间的连接都采用插入式，用销钉固定，整个机架没有一种螺栓。
绳架吊挂式的钢丝绳机架由两根纵向平行布置的钢丝绳构成，每隔 60m 安
装一种落地式紧绳托架。这种机架的构造简朴，节省钢材，又便于拆装。

（3）驱动装置

驱动装置是带式输送机的动力源。驱动装置的构成由电动机、液力偶合器、
减速器和主动滚筒等部分构成。若是双滚简单电动机传动，则还有一对传动
齿轮。

（4）拉紧装置

拉紧装置的作用，一是确保输送带有足够的张力，使滚筒与输送带之间产生必要的摩擦力；二是限制输送带在各托辊之间的悬垂度，确保输送机的正常运转。拉紧装置分为机械拉紧式和重砣拉紧式两种。调整螺杆能够调整皮带的张力，但要调整平衡不然就会跑偏，若出现跑偏也能够调整螺杆使皮带保持平衡安全运转。

(5) 打扫装置

打扫装置主要安装在卸载端和接近机尾换向滚筒的内侧回空段输送带的上面。用来打扫胶带表面的黏附物，预防输送带损坏。

打扫装置安设在卸载端，用来打扫胶带表面的粘附物料。目前我国带式输送机上使用较多的是刮板式打扫器。其刮板（用橡胶带制成）靠重砣的重量紧贴在输送带上，将卸载后输送带表面的粘附物料刮掉。这种重砣刮板式打扫装置的使用效果不好。近年来，各部门已广泛使用弹簧式打扫刮板，其效果很好。除在输送机的卸载端外，还在接近机尾换向滚筒内侧处安设有打扫装置，一般为犁形打扫装置，使刮板紧贴输送带的内表面（回空段输送带的上表面），打扫运送时撒落和粘附的物料。

2.2 方案比较

就目前的现状有如下几种控制方式满足系统的要求：继电器控制系统、单片机控制、工业控制计算机控制、可编程序控制器控制。

(1) 继电器控制系统

控制功能是用硬件继电器实现的。继电器串接在控制电路中根据主电路中的电压、电流、转速、时间及温度等参量变化而动作，以实现电力拖动装置的自动控制及保护，系统复杂，在控制过程中，假如某个继电器损坏，都会影响整个系统的正常运营，查找和排除故障往往非常困难，虽然继电器本身价格不太贵，但是控制柜的安装接线工作

量大，所以整个控制柜价格非常高，灵活性差，响应速度慢。

（2）单片机控制

单片机作为一种越大规模的集成电路、机构上涉及 CPU、存储器、定时器和多种输入/输出接口电路。其低功耗、低电压和很强的控制功能，成为工控领域、尖端武器、日常生活中最广泛的计算机之一。但是，单片机是一片集成电路，不能直接将它与外部 I/O 接口电路上、硬件设计、制作和程序设计的工作量相当大。

（3）工业控制计算机控制

工控机采用总线构造，各厂家产品兼容性强，有实时操作系统的支持，在要求迅速、实用性强、功能复杂的领域中占优势。但工控机价格较高，将它用于开关量控制有些大材小用。且其外部 I/O 接线一般都用于多芯扁平电缆和插头、插座，直接从印刷电路板上引出，不如接线端子可靠。

（4）PLC 控制

可编程序控制器配置多种硬件装置供顾客选择，顾客不用自己设计和制作硬件装置，只须拟定可编程序控制器硬件配制和设计外部接线图，同步采用梯形图语言编程，用软件取代继电器电器系统中的触点和热线，经过修改程序适应工艺条件的变化。

可编程序控制（PLC）从上个世纪 70 年代发展起来的一种新型工业控制系统，起初它主要是针对开关量进行逻辑控制的一种装置，能够取代中间继电器、时间继电器等构成开关量控制系统。伴随 30 数年来微电子技术的不断发展，PLC 也经过不断的升级换代大大增强了其功能。目前 PLC 已经发展成为不但具有逻辑控制功能、还具有过程控制功能、运动控制功能和数据处理功能、连网通讯功能等多种性能，是名符其实的多功能控制器。由 PLC 为主构成的控制系统具有可靠性高、控制功能强大、性价比高等优点，是目前工业自动的首选控制装置。

2.3 方案拟定

经过对多种设计方案的比较，决定选择可编程控制系统，相比于继电器系统，它性能可靠性高，接线很简朴，系统不复杂，易于维护，性能先进，易于改造。和单片机系统相比，它编程简朴，易于掌握，连线简朴。工业控制计算机控制系统性能先进，但是价格昂贵，系统复杂，对于本系统而言实在是大材小用。

综上所述，此次设计应选择 PLC 控制更为合理。

2.3.1 设计任务

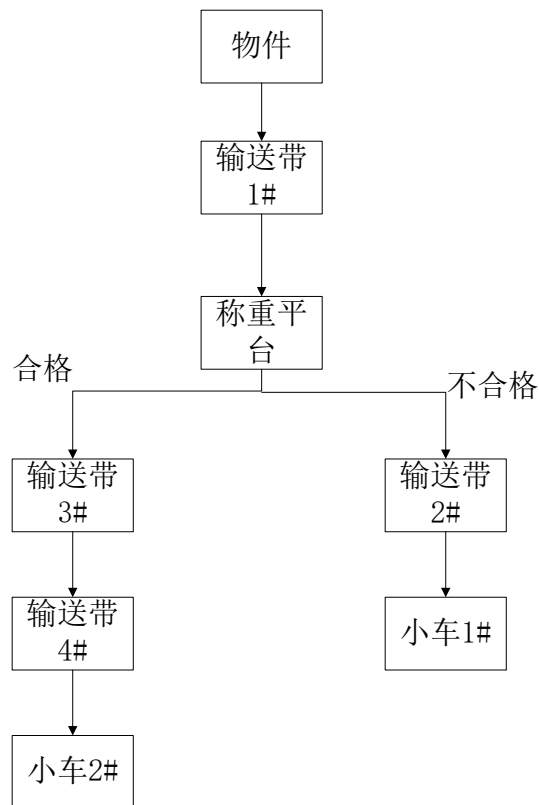


图 2-1 设计任务

根据所学知识和文件资料对基于 PLC 的生产线输送带控制系统设计所采用的措施是 PLC 集中控制的措施，利用 PLC 内部存储来执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作，并采用数字量，模拟量的输入和输出来完毕控制过程，从而实现对传送带的智能控制。而且 PLC 能把计算机的许多功能和继电控制系统结合起来，使 PLC 和组态控制软件的联络愈加紧密，使其模拟量控制、位置控制控制等使其远程通信功能愈加完善。所以此次设计选择了用 PLC 来控制传送带的整个运营过程，利用 PLC 简朴可视化的程序，实现自动控制的目的。PLC 的利用使得系统的电路变得简要清楚，而且十分便于后来的运营维护带式输送机。所以系统的主要任务就是把合格及不合格的产品输送到相应的位置。

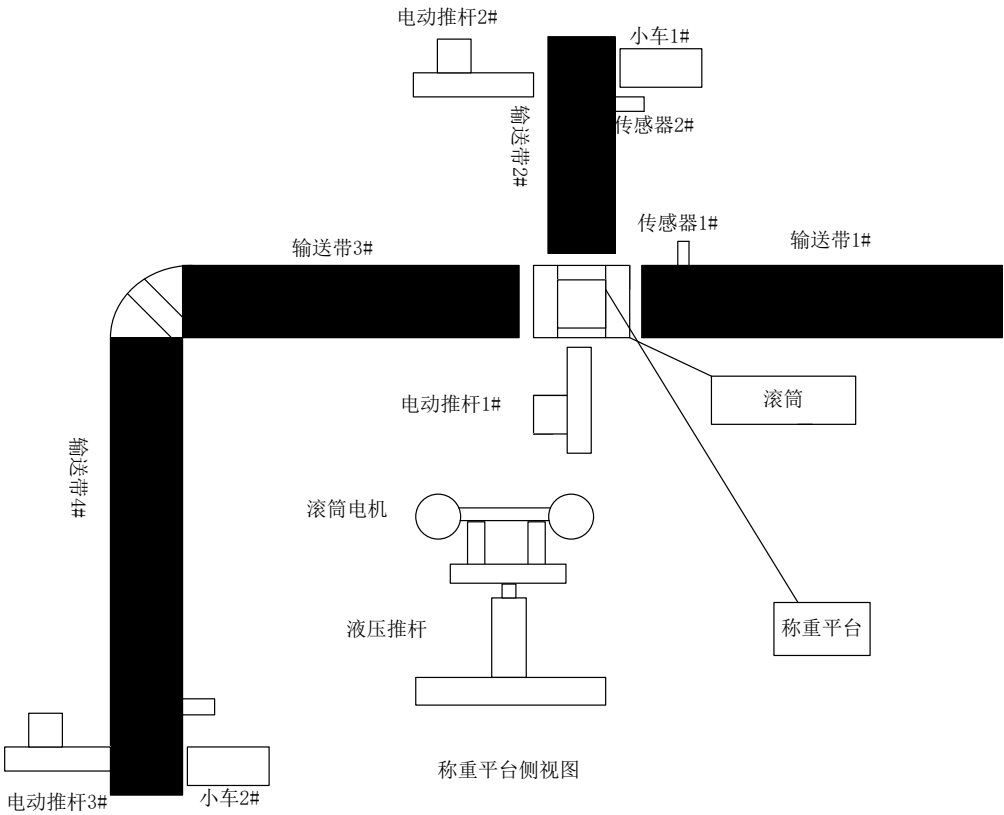


图 2-2 系统构造构成

2.3.2 系统设计思绪

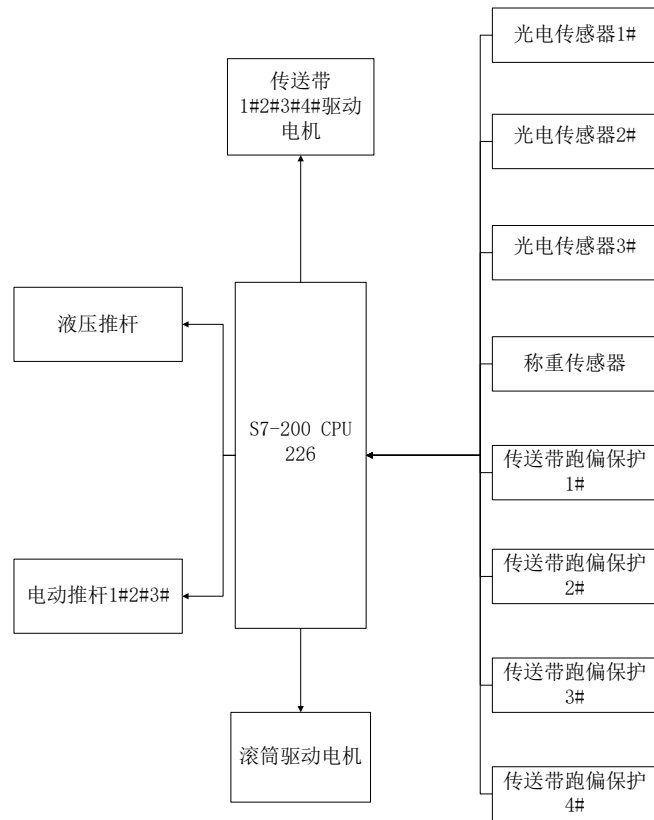


图 2-3 系统框图

系统开启传送带电机组 M1, M2, M3, M4, 系统能够选择低速开启运营和高速开启运营, 当物件包装箱在输送带 1#上运营, 在运动到传感器 1#时, 给 PLC 一种信号, 这时升降框上的两个滚筒中的电机 M5 开始转动, 运营 2s, 使包装箱恰好架在两个滚筒上, 这时电机 M5 停止, 升降框 (液压推杆) 下降 2s, 则包装箱恰好落在称重平台上, 由称重平台上的称重传感器给 PLC 模拟信号, 当不不不不不大于等于系统设定值 5Kg 时, 液压推杆上升 2s 停止, 然后电机 M5 运营 2s 后停止, 当不不不不不大于系统给定值 5Kg 时, 电动推杆 1#动作后复位, 然后升降框 (液压推杆) 上升到初始位置。合格的包装箱运送到 4#输送带上, 在光电传感器接收到信号后, 输送给 PLC, 同步也输送个信号给外部计数器 (计数仪表), 同步电动推杆 3#动作, 把包装箱推到运货小车 2#上, 当不合格的包装箱在输送带 2#上, 在经过光电传感器 2#时, 传感器给 PLC 个信号, 推杆电机动作, 把包装箱推到小车 1#上, 然后复位。

3 基于 PLC 的生产线输送带控制系统硬件设计及选型

生产线输送带控制系统主要由 PLC 控制关键，输入部分的传感器，电机与液压推杆等被控部分构成。如下是各个部分硬件设计及选型。

3.1 可编程控制器 PLC 的选型

3.1.1 PLC 的构成构造

PLC 的一般构造如下图所示，由图可见主要有 6 个部分构成，涉及 CPU（中央处理器）、输入/输出接口电路、电源、外设接口、I/O 扩展接口。

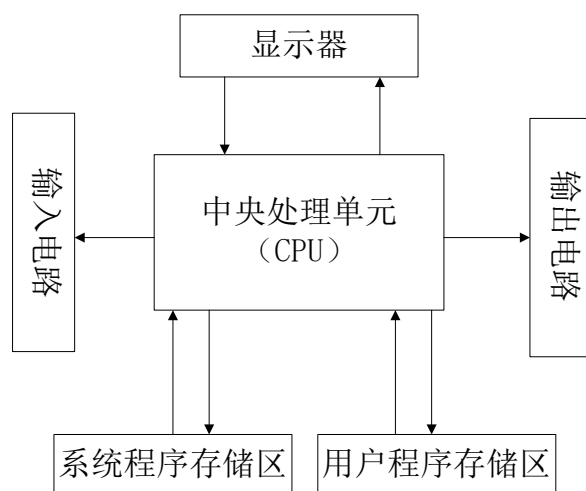


图 3-1 PLC 的构成构造

其关键主要有 CPU,I/O 模块,电源模块以及它的存储模块, 它们各自的特点如下:

(1) CPU

PLC 中的 CPU 是 PLC 的关键, 起神经中枢的作用, 每台 PLC 至少有一种 CPU, 它按 PLC 的系统程序赋予的功能接受并存储顾客程序和数据, 用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据, 并存入要求的寄存器中, 同步, 诊疗电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。进入运营后, 从顾客程序存储器中逐条读取指令, 经分析后再按指令要求的任务产生相应的控制信号, 去指挥有关的控制电路, 与通用计算机一样, 主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联络的数据、控制及状态总线构成, 还有外围芯片、总线接口及有关电路。它拟定了进行控制的规模、工作速度、内存容量等。内存主要用于存储程序及数据, 是 PLC 不可缺乏的构成单元。

CPU 的控制器控制 CPU 工作, 由它读取指令、解释指令及执行指令。但工作节奏由震荡信号控制; CPU 的运算器用于进行数字或逻辑运算, 在控制器指挥下工作; CPU 的寄存器参加运算, 并存储运算的中间成果, 它也是在控制器指挥下工作。

(2) I/O 模块:

PLC 的对外功能，主要是经过多种 I/O 接口模块与外界联络的，按 I/O 点数拟定模块规格及数量，I/O 模块可多可少，但其最大数受 CPU 所能管理的基本配置的能力，即受最大的底板或机架槽数限制。I/O 模块集成了 PLC 的 I/O 电路，其输入暂存器反应输入信号状态，输出点反应输出锁存器状态。

(3) 电源模块:

有些 PLC 中的电源，是与 CPU 模块合二为一的，有些是分开的，其主要用途是为 PLC 各模块的集成电路提供工作电源。同步，有的还为输入电路提供 24V 的工作电源。电源以其输入类型有：交流电源，加的为交流 220VAC 或 110VAC，直流电源，加的为直流电压，常用的为 24V。

(4) 存储模块:

PLC 的存储器涉及系统储存器和顾客储存器两种。系统储存器用于存储系统程序，顾客储存器用于寄存 PLC 的顾客程序。目前的 PLC 一般均采用可电擦除的 E2PROM 存储器来作为系统储存器和顾客储存器。

3.1.2 PLC 的工作原理

PLC 采用“顺序扫描，不断循环”的工作方式:

- (1) 每次扫描过程。集中对输入信号进行采样。集中对输出信号进行刷新。
- (2) 输入刷新过程。当输入端口关闭时，程序在进行执行阶段时，输入端有新状态，新状态不能被读入。只有程序进行下一次扫描时，新状态才被读入。
- (3) 一种扫描周期分为输入采样，程序执行，输出刷新。
- (4) 元件映象寄存器的内容是伴随程序的执行变化而变化的。

(5) 扫描周期的长短由三条决定：CPU 执行指令的速度；指令本身占有的时间；指令条数。

(6) 因为采用集中采样。集中输出的方式。存在输入/输出滞后的现象，即输入/输出响应延迟。

PLC 与继电器控制系统相比：

(1) PLC 与继电器控制系统相比：前者工作方式是“串行”，后者工作方式是“并行”，前者用“软件”，后者用“硬件”。

(2) 因为 PLC 是串行工作，所以 PLC 的运营成果与梯形图程序的顺序有关，这与继电器控制系统“并行”工作有质的区别。预防了触点的临界竞争，降低繁琐的连锁电路。

PLC 与微机相比：

前者工作方式是“循环扫描”，后者工作方式是“待命或中断”。PLC 的优点是采用“软继电器”替代“硬继电器”，用“软件编程逻辑”替代“硬件布线逻辑”。PLC 编程语言有梯形图、布尔助记符语言，等等。尤其前两者为常用。

因为 PLC 是集中采样，在程序处理阶段虽然输入发生了变化，输入映象寄存器中的内容也不会变化，要到下一周期的输入采样阶段才会变化。

PLC 及有关设备应是集成的、原则的，按照易于与工业控制系统形成一种整体，易于扩充其功能的原则选型所选用 PLC 应是在有关工业领域有投运业绩、成熟可靠的系统，PLC 的系统硬件、软件配置及功能应与装置规模和控制要求相适应。熟悉可编程序控制器、功能表图及有关的编程语言有利于缩短编程时间，所以，工程设计选型和估算时，应详细分析工艺过程的特点、控制要求，明确控制任务和范围拟定所需的操作和动作，然后根据控制要求，估算输入输出点数、所需存储器容量、拟定 PLC 的功能、外部设备特征等，最终选择有较高性能价格比的 PLC 和设计相应的控制系统。

输入输出（I/O）点数的估算时应考虑合适的余量，一般根据统计的输入输出点数，再增长 10%~20%的可扩展余量后，作为输入输出点数估算数据。实际订货时，还需根据制造厂商 PLC 的产品特点，对输入输出点数进行圆整。

存储器容量是可编程序控制器本身能提供的硬件存储单元大小，程序容量是存储器中顾客应用项目使用的存储单元的大小，所以程序容量不不不不不大于存储器容量。设计阶段，因为顾客应用程序还未编制，所以，程序容量在设计阶段是未知的，需在程序调试之后才懂得。为了设计选型时能对程序容量有一定估算，一般采用存储器容量的估算来替代。存储器内存容量的估算没有固定的公式，许多文件资料中给出了不同公式，大致上都是按数字量 I/O 点数的 10~15 倍，加上模拟 I/O 点数的 100 倍，以此数为内存的总字数（16 位为一种字），另外再按此数的 25%考虑余量。

PLC 还应注意如下功能的应用运算功能、控制功能、通信功能、编程功能、诊疗功能和处理速度等。

运算功能。简朴 PLC 的运算功能涉及逻辑运算、计时和计数功能；一般 PLC 的运算功能还涉及数据移位、比较等运算功能；较复杂运算功能有代数运算、数据传送等；大型 PLC 中还有模拟量的 PID 运算和其他高级运算功能。伴随开放系统的出现，目前在 PLC 中都已具有通信功能，有些产品具有与下位机的通信，有些产品具有与上位机或上位机的通信，有些产品还具有与工厂或企业网进行数据通信的功能。设计选型时应从实际应用的要求出发，合理选用所需的运算功能。大多数应用场合，只需要逻辑运算和计时计数功能，有些应用需要数据传送和比较，当用于模拟量检测和控制时，才使用代数运算，数值转换和 PID 运算等。要显示数据时需要译码和编码等运算。

(1) 控制功能。控制功能涉及 PID 控制运算、前馈补偿控制运算、比值控制运算等，应根据控制要求拟定。PLC 主要用于顺序逻辑控制，所以，大多数场合常采用单回路或多回路控制器处理模拟量的控制，有时也采用专用的智能输入输出单元完毕所需的控制功能，提升 PLC 的处理速度和节省存储器容量。例如采用 PID 控制单元、高速计数器、带速度补偿的模拟单元、ASC 码转换单元等。

(2) 通信功能。大中型 PLC 系统应支持多种现场总线 and 原则通信协议（如 TCP/IP），需要时应能与工厂管理网（TCP/IP）相连接。通信协议应符合 ISO/IEEE 通信原则，应是开放的通信网络。PLC 系统的通信接口应涉及串行和并行通信接口

（RS232C/422A/423/485）、RIO 通信口、工业以太网、常用 DCS 接口等；大中型 PLC 通信总线（含接口设备和电缆）应 1:1 冗余配置，通信总线应符合国际原则，通信距离应满足装置实际要求。PLC 系统的通信网络中，上级的网络通信速率应不不大于 1Mbps，通信负荷不不大于 60%。PLC 系统的通信网络主要形式有下列几种形式

1) PC 为主站，多同型号 PLC 为从站，构成简易 PLC 网络；2) 1 台 PLC 为主站，其

他同型号 PLC 为从站，构成主从式 PLC 网络；3) PLC 网络经过特定网络接口连接到大型 DCS 中作为 DCS 的子网；4) 专用 PLC 网络（各厂商的专用 PLC 通信网络）。为减轻 CPU 通信任务，根据网络构成的实际需要，应选择具有不同通信功能的（如点对点、现场总线、工业以太网）通信处理器。

编程功能。离线编程方式：PLC 和编程器公用一种 CPU，编程器在编程模式时，CPU 只为编程器提供服务，不对现场设备进行控制。完毕编程后，编程器切换到运营模式，CPU 对现场设备进行控制，不能进行编程。离线编程方式可降低系统成本，但使用和调试不以便。在线编程方式：CPU 和编程器有各自的 CPU，主机 CPU 负责现场控制，并在一种扫描周期内与编程器进行数据互换，编程器把在线编制的程序或数据发送到主机，下一扫描周期，主机就根据新收到的程序运营。这种方式成本较高，但系统调试和操作以便，在大中型 PLC 中常采用。

(3) 五种原则化编程语言：顺序功能图 (SFC)、梯形图 (LD)、功能模块图 (FBD) 三种图形化语言和语句表 (IL)、构造文本 (ST) 两种文本语言。选用的编程语言应遵守其原则 (IEC61131-3)，同步，还应支持多种语言编程形式，如 C, Basic 等，以满足特殊控制场合的控制要求。

(4) 诊疗功能。PLC 的诊疗功能涉及硬件和软件的诊疗。硬件诊疗经过硬件的逻辑判断拟定硬件的故障位置，软件诊疗分内诊疗和外诊疗。经过软件对 PLC 内部的性能和功能进行诊疗是内诊疗，经过软件对 PLC 的 CPU 与外部输入输出等部件信息互换功能进行诊疗是外诊疗。PLC 的诊疗功能的强弱，直接影响对操作和维护人员技术能力的要求，并影响平均维修时间。

(5) 处理速度。PLC 采用扫描方式工作。从实时性要求来看，处理速度应越快越好，假如信号连续时间不不不不不大于扫描时间，则 PLC 将扫描不到该信号，造成信号数据的丢失。处理速度与顾客程序的长度、CPU 处理速度、软件质量等有关。目前，PLC 接点的响应快、速度高，每条二进制指令执行时间约 $0.2 \sim 0.4T_s$ ，所以能适应控制

要求高、相应要求快的应用需要。扫描周期（处理器扫描周期）应满足：小型 PLC 的扫描时间不不不不不大于 0.5ms/K ；大中型 PLC 的扫描时间不不不不不大于 0.2ms/K 。

3.1.3 机型的选择

(1) PLC 的类型。PLC 按构造分为整体型和模块型两类，按应用环境分为现场安装和控制室安装两类；按 CPU 字长分为 1 位、4 位、8 位、16 位、32 位、64 位等。从应用角度出发，一般可按控制功能或输入输出点数选型。整体型 PLC 的 I/O 点数固定，所以顾客选择的余地较小，用于小型控制系统；模块型 PLC 提供多种 I/O 卡件或插卡，所以顾客可较合理地选择和配置控制系统的 I/O 点数，功能扩展以便灵活，一般用于大中型控制系统。

(2) 输入输出模块的选择。输入输出模块的选择应考虑与应用要求的统一。例如对输入模块，应考虑信号电平、信号传播距离、信号隔离、信号供电方式等应用要求。对输出模块，应考虑选用的输出模块类型，一般继电器输出模块具有价格低、使用电压范围广、寿命短、响应时间较长等特点；可控硅输出模块合用于开关频繁，电感性低功率因数负荷场合，但价格较贵，过载能力较差。输出模块还有直流输出、交流输出和模拟量输出等，与应用要求应一致。可根据应用要求，合理选用智能型输入输出模块，以便提升控制水平和降低应用成本。考虑是否需要扩展机架或远程 I/O 机架等。

(3) 电源的选择。PLC 的供电电源，除了引进设备时同步引进 PLC 应根据产品说明书要求设计和选用外，一般 PLC 的供电电源应设计选用 220VAC 电源，与国内电网电压一致。主要的应用场合，应采用不间断电源或稳压电源供电。假如 PLC 本身带有可使用电源时，应核对提供的电流是否满足应用要求，不然应设计外接供电电源。为预防外部高压电源因误操作而引入 PLC，对输入和输出信号的隔离是必要的，有时也可采用简朴的二极管或熔丝管隔离。

存储器的选择。因为计算机集成芯片技术的发展，存储器的价格已下降，所以，为确保应用项目的正常投运，一般要求 PLC 的存储器容量，按 256 个 I/O 点至少选 8K 存储器选择。需要复杂控制功能时，应选择容量更大，档次更高的存储器。

(1) 控制单元的冗余选择：主要的过程单元：CPU（涉及存储器）及电源均应 1B1 冗余。在需要时也可选用 PLC 硬件与热备软件构成的热备冗余系统、2 重化或 3 重化冗余容错系统等。

(2) I/O 接口单元的冗余。控制回路的多点 I/O 卡应冗余配置。主要检测点的多点 I/O 卡可冗余配置。根据需要对主要的 I/O 信号，可选用 2 重化或 3 重化的 I/O 接口单元。

(3) 经济性的考虑。选择 PLC 时，应考虑性能价格比。考虑经济性时，应同步考虑应用的可扩展性、可操作性、投入产出比等原因，进行比较和兼顾，最终选出较满意的产品。输入输出点数对价格有直接影响。每增长一块输入输出卡件就需增长一定的费用。当点数增长到某一数值后，相应的存储器容量、机架、母板等也要相应增长，所以，点数的增长对 CPU 选用、存储器容量、控制功能范围等选择都有影响。在估算和选用时应充分考虑，使整个控制系统有较合理的性能价格比。

经过仔细计算，我所需数字量输入端口为 16 个，一种模拟量输入端口，16 个数字量输出端口，再加上从经济和稳定性上考虑，本系统采用西门子 S7-200，CPU 为 226 的 PLC。而且需要一种模拟量输入模块，因为考虑到 PLC 需要留有适量输出端口余量，所以再加个数字量输出扩展模块。

3.1.4 Siemens S7-200 简介

德国西门子企业的 PLC 在国际和国内具有很高的拥有率，其主要产品有 S5, S7, C7, M7 及 WinAC 等几种系列。其中，S7 系列 PLC 于 1994 年面世，是目前 PLC 市场的主

流产品，分为 SIMATIC S7-200，SIMATIC S7-300 和 SIMATIC S7-400 几种子系列。

SIMATIC S7-200 系列 PLC 是针对简朴控制系统而设计的小型 PLC，采用集成式，紧凑型构造，一般合用于 I/O 点数为 100 点左右的单机设备或小型应用系统。S7-200CN 是在 SIMATIC S7-200 的优良品质和卓越性能基础上专为中国顾客而开发的本土化产品，具有与 SIMATIC S7-200 相同的功能及技术指标。S7-200 系列的小型一体化 PLC，既合用于替代老式继电器控制的简朴控制场合，又合用于复杂的自动检测，监测及控制系统，不论在独立运营的控制系统中，还是构成网络控制系统，都能实现复杂的控制功能。它具有丰富的指令系统，能够用梯形图，语句表和功能块图三种编程语言，最大能够扩展到 248 点数字量 I/O 或者 35 路模拟量 I/O 口，最多有 30 多种 KB 程序和数据存取空间。

S7-200 系列 PLC 为整体式构造，将 CPU 模块，I/O 模块和电源装在一个箱壳内，另外配置许多特殊功能模块，如模拟量输入/输出模块，数字量输入/输出模块，热电偶模块和通信模块等，使 PLC 的功能得到扩展。S7-200 的 CPU 第一代产品为 CPU21X 型，涉及 CPU212, CPU214, CPU215 和 CPU216 其中每种都能够进行扩展，如今第一代产品已经停止生产。第二代产品为 CPU22X 型，分别为 CPU221, CPU222, CPU224, CPU224XP, CPU226, CPU226XM。CPU221 无扩展功能，合用于作小点数的微型控制器。CPU222 有扩展功能，CPU224 具有较强的控制功能。新型 CPU224XP 集成有 2 路模拟量输入，1 路模拟量输出，有两个 RS-484 通信接口，有 PID 自整定功能，增强了 S7-200 在运动控制，过程控制，位置控制，数据监视，采集和通讯方面的功能。CPU226 和 CPU226XM 合用于复杂的中小型控制系统，可扩展到 284 点数字量和 35 路模拟量，有两个 RS-484 通信接口。

3.1.5 本设计的 PLC 配置

CPU 为 226 的 S7-200

PLC 其配置为：顾客数据存储区能够在运营模式下编辑 16384/B,不能在运营模式下编辑 24576/B，数据存储区 10240/B，掉电保持时间值 100h，本机数字量 I/O 口为，24 入/16 出，数字量 I/O 映像区 256（128 入/128 出），模拟量 I/O 映像区 32 入/32 出，扩展模块数量 7 个，脉冲捕获输入个数 24，高速计数器个数 6 个，单相高速计数器数 4 路 30KHz，双相高速计数器数 2 路 20KHz，高速脉冲输出 2 路 20KHz，模拟量调整电位器 2 个，8 位分辨率，实时时钟有一种，RS-485 通信口 2 个，有存储器卡和电池卡，CPU 的 DC24V 电源输入电流/最大负载 150mA/1050mA，CPU 的 AC24V 电源输入电流/最大负载 40mA/160mA。



图 3-2 S7-200 CPU 226



图 3-3 EM231、EM222

因为系统设计需要，该 PLC 需要扩展一种模拟量输入模块，因为考虑到 PLC 需要留有适量输出端口余量，所以再加个数字量输出扩展模块。

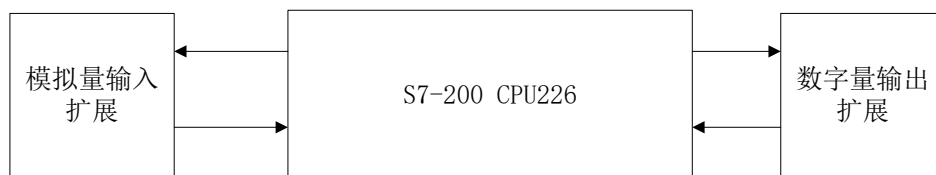


图 3-4 模拟量输入模块

PLC 的 CPU 只能处理数字量信号，模拟量信号是一种连续变化的物理量。为实现模拟控制，必须先对模拟量进行 A/D 转换，将模拟量信号转换成 PLC 所能接受的数字量信号。模拟量输入模块的功能就是实现 A/D 转换。

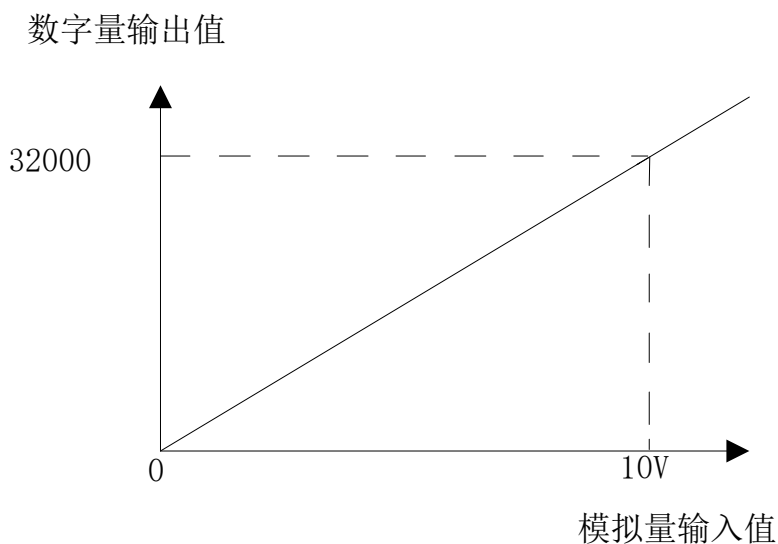


图 3-5 模拟输入与数字输出

模拟量经过 ADC 转换成数字量，PLC 的 CPU 对数字量进行有关的算法处理后，经 DAC 转成模拟量输出。实际参加 CPU 处理的是数字量相应的模拟量值，所以编程人员应该明确输入模拟量与 ADC 输出数字量的转换关系。

假设模拟量的原则电信号是 $A_0 \sim A_m$ (如 4~20mA), AD 转换后数值为 $D_0 \sim D_m$ (如 6400~32023), 设模拟量的原则电信号是 A , AD 转换后的相应的数值为 D , 因为是线性关系, 函数关系 $A = f(D)$ 。

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/038010117115006106>