
本科毕业论文（设计）

论文题目：基于 PLC 的自动称重混料控制系统设计

摘 要

配料在工业领域是一个重要的板块，配料系统内部各个小板块之间配合精确度和配合的稳定性是最终产品输出质量的关键性因素，因此本文在查询现有国内外称重混料系统的基础上，对其进行改进升级，探索研究提高系统整体的精细化程度、生产效率，增强系统在运行过程中的性能稳定。

自动称重混料控制系统是依靠各式自动控制的软件硬件来完成各样原料的自动称重混料，其自动功能的实现目前主要依靠单片机或者用可以进行编程的 PLC 控制元器件来完成，相对于单片机来说，可编程原件 PLC 在系统控制的安全性、精确度、可控性以及对于外界环境的适应性表现更加出色，所以在此使用表现更加优秀的可编程自动控制元器件 PLC 来完成本项目。

本设计将从此项目的意义 PLC 自动控制称重混料系统目前的国内外概况，分析自动称重皮带传送的原理、变频器以及可编程 PLC 控制元器件的只要参数以及其优势，并根据相对应的编程软件进行编程设计，然后仿真从而实现自动称重混料系统的自动控制，通过对设计总体方案，确定所需要得主要部件，对不见进行选型，一句设计的电器接线图，将整个系统连接起来，最后通过仿真以及现场调试，我们成功完成了自动混料称重系统。

关键词： PLC;称重；混料控制；仿真

论文类型： 工程设计

Abstract

Ingredients are an important part in the industrial field. The accuracy of the cooperation between the small plates in the batching system and the stability of its cooperation are the key factors for the output quality of the final product. Therefore, on the basis of querying the existing weighing and mixing systems at home and abroad, this paper improves and upgrades them, explores and improves the overall refinement of the system, as well as the production efficiency of the system, and enhances the performance stability of the system in operation.

The automatic weighing and mixing control system relies on various automatic control software and hardware to complete the automatic weighing and mixing of various raw materials. The realization of its automatic function mainly depends on the single-chip microcomputer or the programmable PLC control components. Compared with the single-chip microcomputer, the programmable original PLC performs better in the safety, accuracy, controllability of the system control and adaptability to the external environment. Therefore, the programmable automatic control component PLC with better performance is used to complete the project.

In this paper, from the significance of this project, the current situation of PLC automatic control weighing and mixing system at home and abroad is analyzed. The principle of automatic weighing belt transmission, the parameters of frequency modulator and programmable PLC control components and their advantages are analyzed. According to the corresponding programming software S7-200 SP9, the programming design is carried out to realize the automatic control of the automatic weighing and mixing system, mainly based on simulation research and online testing. The design scheme is related to the actual operation of the system, compared, analyzed and improved.

Keywords: PLC ; weighing ; mixing control ; simulation

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	III
目 录.....	IV
第 1 章 绪论.....	- 1 -
1.1 研究背景、意义及目的.....	- 1 -
1.1.1 研究背景.....	- 1 -
1.1.2 研究意义及目的.....	- 1 -
1.1.3 国内外现状.....	- 1 -
1.2 研究主要内容.....	- 2 -
第 2 章 总体方案设计.....	- 3 -
2.1 系统的总体架构.....	- 3 -
2.2 称重模块.....	- 3 -
2.3 仪表控制设备.....	- 4 -
2.4 变频器.....	- 4 -
2.5 控制台.....	- 4 -
第 3 章 硬件设计.....	- 5 -
3.1 硬件选择.....	- 5 -
3.1.1 电动机的选择.....	- 5 -
3.1.2 皮带秤的选择.....	- 5 -
3.1.3 称重信号的处理.....	- 7 -
3.1.4 测速传感器的选择.....	- 8 -
3.1.5 变频器的选择.....	- 8 -
3.1.6 PLC 的选择.....	- 10 -
3.2 硬件接线图.....	- 11 -
3.2.1 PLC 接线图.....	- 12 -
第 4 章 软件设计.....	- 15 -
4.1 程序流程图.....	- 15 -
4.2 梯形图.....	- 16 -
4.3 I/O 分配.....	- 19 -
第 5 章 系统调试及结果分析.....	- 21 -
5.1 系统调试及分析.....	- 21 -
5.1.1 现场接线图.....	- 21 -
5.1.2 系统仿真.....	- 21 -
5.2 系统分析.....	- 22 -
结 论.....	- 23 -
参考文献.....	- 24 -
致 谢.....	- 25 -

第 1 章 绪论

1.1 研究背景、意义及目的

1.1.1 研究背景

称重混料在化学工业、建筑材料等很多领域中都是所需要进行的第一道工序，在这一道工序中需要很多的人力来完成，有些配料的工作环境对于人体来说强度大且对身体有一定的危害，而对于采用人力来说混料的效率不是很高，且人耐力有限，所生产出来的产品质量也是层次不齐，且生产过程中的信息传递极差，做不到实时共享，生产过程中的数据也全都依靠人力来完成，这就会导致整个生产困难程度的增加。而如果运用自动配料的方式来进行这第一道工序，就会解决企业生产效率低下，混料产品精度不够以及信息记录等一系列问题，且生产者只需要输入自己所需要的各料的数据，就能够高效率的完成一个整个混料过程，对于一个企业来说更是有诸多好处，自动称重混料系统能够用更短的的周期来完成一整个过程，不仅能省区人力混料的过程，还能够省去人力搬运，称重的过程。当混料过程只有人参与的情况下，对于产品配方的泄露企业也会存在一定的风险，但对于自动混料称重系统来说，产品配方的泄露问题企业也会更加容易的把控，减少外在不确定因素对企业所产生的风险。

1.1.2 研究意义及目的

随着社会的进步时代的快速发展，传统的依靠人力来完成整个混料过程已经适应不了当下，企业对于产品的生产效率，控制精确度以及设备的稳定性要求更高，而自动混料称重系统在一些企业的生产中起到了很重要的作用，随着社会对产品需求和质量要求，企业需要对产品的质量以及生产效率进行提高，但对于人来说我们所拥有的能力是有限的，无法对企业的物品进行高精度的混合，其次企业想要依靠人力来提高自身的工作生产效率，就需要更多的人力来完成，但随着人均工资的提高，这样就会导致企业人力成本的增加，也相对于一个自动化设备来说更加难管理，因此，一个企业想要自身的生产效率降低生产成本，就需要一个自动称重混料控制系统来完成。

1.1.3 国内外现状

随着社会的进步人类的迅速发展，自动称重混料系统相关设备也随着迭代更新，在历史的长河中，经历了从人工手动调整操控到机械电气配合操控再到微型控制器单片机操控等几个历程。

首先自动混料设备经历了微机配料过程，其缺点在于，生产过程中设备比较繁重且各个机械相互之间的交流微乎其微，其操作调控主要依据现场操作人员的经验来操控机

器，对于操作员也有较高的要求，且人工精力极其有限，导致操控机器的数量也是有限的，因此需要大量的员工来完成整个称重混料过程，而人员过多就会导致误差增大，产品质量将会很难保证。

随着社会的不断发展，各电子器件也迎来了大的更新换代，慢慢的出现了较为小巧的微机配料电动组合仪表，但其缺点也较为明显，首先其工作期间会产生很大的噪音，而噪音会对整个生产过程造成极其不利的影响，为了减少甚至完全消除噪音，就需要增加电子线路，导致线路及其复杂，对检修以及后续维护造成了巨大的影响，且机器工作环境的原因导致机器较容易损坏，致使其稳定性不高。

接下来，单片机产生，其优势相对于前两者来说在于电路复杂程度有了极大的降低，提高了机器运行的稳定程度，更好的满足了用户的需求，目前为止单片机控制依旧占据了大量的市场份额 **Error! Reference source not found.**。

我国长期以来缺少关键技术，一直是牵制我国工业生产智能科技的较大因素，伴随着在我国工业生产现代化过程的加快，生产产品质量、生产效率越来越满足不了当前社会，技术的不足产生的影响越来越大，使得我国企业将生产重心逐渐的向自主研发所倾斜，近些年，我国也研制出了具有专利权的称重配料仪表 **Error! Reference source not found.**。

1.2 研究主要内容

此设计是在现有自动称重混料器械的基础上，设计改进一款精细化度更高，生产效率更快且新能稳定的机械设备，此设计主要由 PLC、电动机、皮带秤、称重以及测速传感器、变频器组成，其中 PLC 为主要核心部分，来控制协调各部分之间的相互配合，使得产品质量更高，生产效率更快，主要设计原理为皮带秤上方的物品统通过重量与速率传感器传递至 PLC，PLC 通过与给定数据进行比较来控制得料口的打开与关闭的状态，皮带秤通过皮带啊输送后，将物料运送至混料罐，再通过搅拌器搅拌使物料混合的更均匀，最后通过出料口将产品输出。在此项目中，主要工作包块以下几个部分：

1. 设计总体方案，介绍总体架构，绘制主要部分结构图；
2. 对机械各部分硬件进行选型
3. 设计电气原理图，PLC 电气接线图以及各 I/O 口分配；
4. 使用 STEP_7 MicroWIN V4.0 SP6 版本软件进行梯形图程序输入，再通过 S7-200 仿真软件进行仿真；
5. 在实验室进行现场接线调试此系统；
6. 对此设计进行分析总结。

第 2 章 总体方案设计

2.1 系统的总体架构

人工称重混料的过程有: 1、生产工人领取配料表 2、根据配料表信息工人将袋装或者形态各异的原料进行称重 3、将称重之后的原料按照一定的比例搬运进行下一道混料工序 4、混料完成之后进行包装成为产品

以上提到工序中, 产品的合格率取决于: 1、原料的种类; 2、在混料之前各种原料的实际质量比例与标准之间的误差; 3、各原料到下一工序的先后顺序

依据人工称重混料工艺流程来设计此项目, 将人工称重, 重复搬运由我们系统来完成。系统工艺流程为工人将原料分别倒入各个原料储存罐中, 原料储存管下方都设有启动截至开关由控制器来进行控制, 启动机器, 原料储存罐下料口打开, 原料经过皮带秤进入混料罐中, 原料质量达到配料标准皮带秤将数据传到控制系统, 下料口关闭。

一个完好的自动称重混料系统其中主要包含有物料传输装置、装置数据检测设备、低压开关控制器、调节频率的设备、用于操作的控制台、微型控制元件以及监管设备运行状态的设备几个部分组成。具体如下 2.1 图所示:

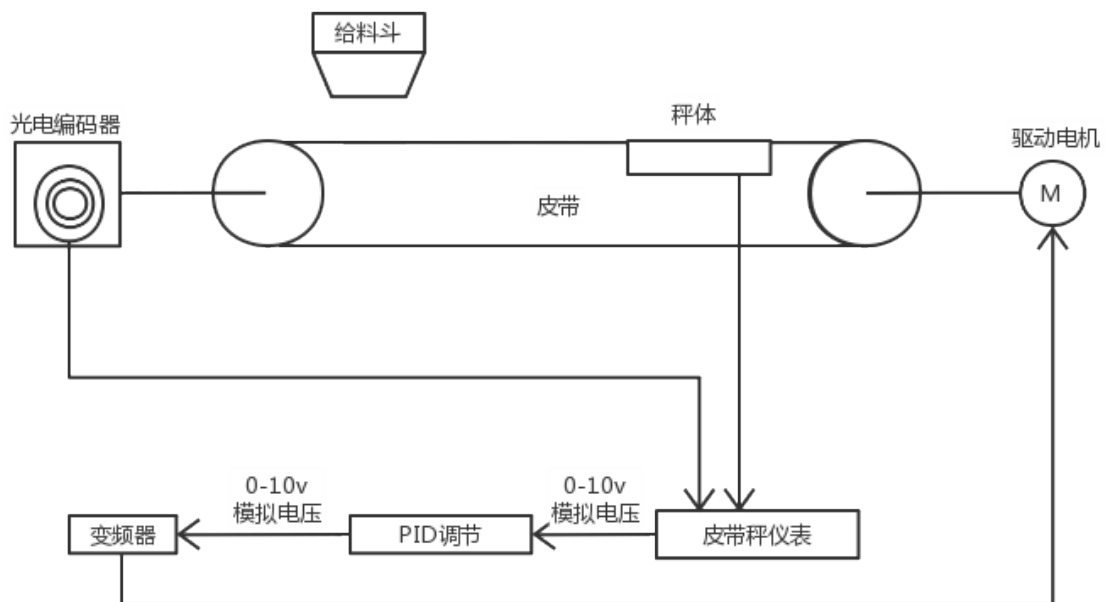


图 2.1 称重部分结构示意图

2.2 称重模块

此设计中, 称重模块我们运用电子皮带秤, 它能够实现对物品的动态计量, 还能够对物品的传输速率进行有效的控制。

在其工作时，重量传感器会将上方物体的质量以电压信号的方式输出，经过转换器变为具体数值，接下来会将这个数值送往下一处，也就是运算器，同时速度传感器也会将皮带运行的速度传递至运算器，经过运算器对两个数值的计算得出上方物品的总质量。

2.3 仪表控制设备

仪表控制设备主要为电子皮带秤上的仪表，主要将质量信号与皮带速度信号进行处理，然后将处理的信号与给定值作比较来控制皮带秤输送物质的流量，从而形成一个闭环更准确的来控制机器运作。

2.4 变频器

变频器在此设计中，变频器的主要作用为控制电子皮带秤皮带传送速率，其通过调节输出电压来控制皮带转速，若其功率大，需为其增加一个散热装置保证其正常工作。

2.5 控制台

控制台是配料系统电机的主要控制部分，其中包括有控制按钮以及指示灯，可以控制皮带传输设备以及给料部分在工作中的开始和停止状态、其次还能够对 PLC 控制的电机工作状态进行指示和命令。

第 3 章 硬件设计

3.1 硬件选择

3.1.1 电动机的选择

电动机在此设计中主要负责搅拌机的正常运行，在此设计中我们运用的电机为上海瀚涌电机有限公司生产的 YE2-100L-2 型电机，以下是此电机的其他具体参数：额定功率：3KW；满载时转速：2870r/min；满载时电流 6.31A；满载时效率：82.6%；满载时功率因数：0.87；堵转电流/额定电流：7.5；堵转转矩/额定转矩：2.2；最大转矩/额定转矩：2.3。

3.1.2 皮带秤的选择

皮带秤是一种在运行的过程中不需要工作人员干预，就能按照给定好的程序自主工作的一种衡器，它能够在输送物料的同时完成上方物料的计量，它通过对上方单位长度内的重量，然后乘以当时时刻的速度，就会得到在那一时刻瞬间的数量 **Error! Reference source not found.**。

物品输送时在某一时间段内所输送的总质量之间的关系可以用以下式子 (3.1) 来表示：

$$W = \int_0^T q(t) * v(t) dt \quad (3.1)$$

其中 W 表示为在 T 时间段中物品所输送的总质量其单位为 kg 或 t；T 表示皮带秤上方物品的传送时间单位为 s 或 h；q(t) 表示皮带上单位长度内物品的质量其单位为 kg/m；v(t) 则表示物品在皮带上方的传输速度 m/s。

配料皮带秤传感器选型时应着重考虑称重传感器的量程、灵敏度、结构材质等方面

1、量程的选择

皮带秤称重传感器的受力包括杠杆结构秤体的自重、物料流量作用力以及称量段内输送皮带的自重，因此量程选择要考虑这几项内容。物料流量作用力 F_i 的计算方法见式 (4.2)。

$$F_i = \frac{L * R}{V(t)} \quad (4.2)$$

式中, F_i —物料额定流量;

L—称量段长度;

R—杠杆比, $R = \text{传感器受力} / \text{实际称量段受力}$ (一般取 $R = 0.5$);

$V(t)$ —物料在皮带上的运行速度。

考虑到皮带秤的使用环境较恶劣,经常遇到震动、冲击、过载等情况,为提高皮带秤可靠性,选择量程时,常取 1.5 的安全系数。为解决这些问题,同时还要考虑机械限位的设计,称重传感器的材质尽量选用抗冲击、抗过载能力强且输出稳定的钢制传感器,而尽量不选取铝制材料。

2、灵敏度的选择

一台衡器是否能正常工作,必须考虑这个系统中各个部件的技术参数能否匹配。对衡器来讲,也就是称重传感器所选用最大秤量值,灵敏度值;称重仪表所选用的供桥电压值、最高灵敏度值等数最终必须满足这个系统的整体指标要求。

3、称重传感器结构类型的选择

电阻应变式称重传感器的结构类型较多,有悬臂梁式称重传感器,剪切梁式称重传感器,S 型称重传感器等,对于皮带称重系统 S 型称重传感器最佳。S 型称重器其连接方式采用关节轴承,处于受拉状态,其抗侧向力的能力可安装于密封的梁内,结构紧凑。

根据以上特点,本设计采用徐州山特 ICS 系列 ICS-17A 型电子皮带秤。徐州山特 ICS 系列电子皮带秤是用于输送系统中对散状物料进行连续计量的理想设备,具有结构简单、计量精确、操作方便、维护量小、便于系统管理等优点,广泛应用于电力、冶金、煤炭、化工、食品、建材、港口等行业。

ICS-17A 型电子皮带秤的动态累计误差为 $\pm 0.25\%$,适用于工厂的过程称重工艺中,监测生产量、控制产品装载及监测产品库存量。其主要技术参数如下:

系统精度: $\pm 0.25\%$

称量范围: 1~6000t/h

皮带宽度: 500~2200mm

皮带速度: 0.1~4m/s

皮带输送倾角: $\leq 18^\circ$

环境温度:

机械: $-20^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$

仪表: $0^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$

电源电压: 220V ($\pm 10\%$ 、 -15%) 50HZ $\pm 2\%$

此类型称重传感器的动态计量精度

1、在皮带输送机正常工作时,物料负载量大于参考下限值且流量在满量程的 20%; 100%范围内变化时,动态累计计量误差 $\leq \pm 1\%$,流量定值或配比控制误差 $\leq \pm 1\%$ 。 2)

对非皮带输送机设备计量与控制误差 $\leq \pm 2\%$ 。

2、适用输送机物料载体宽度 200-2000mm，输送机速度 0~5m/s。

3、平均无故障工作时间 > 15000 小时。

4、探测器到主机最大距离 ≤ 500 米（超过 500 米另加设备）。

5、允许物料水份变化范围 $\leq \pm 10\%$ 。

6、称重传感器称重部分 温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$

7、供电电源：50Hz（-5%，+5%）220VAC（-15%，+10%）。

另外，由于该称重传感器所测的重量信号值为电压信号 0~30mV，这样的信号太弱，无法直接介入 PLC 中。因此，必须选择一个放大器对该信号进行放大使得信号输入范围为 0~10V。

3.1.3 称重信号的处理

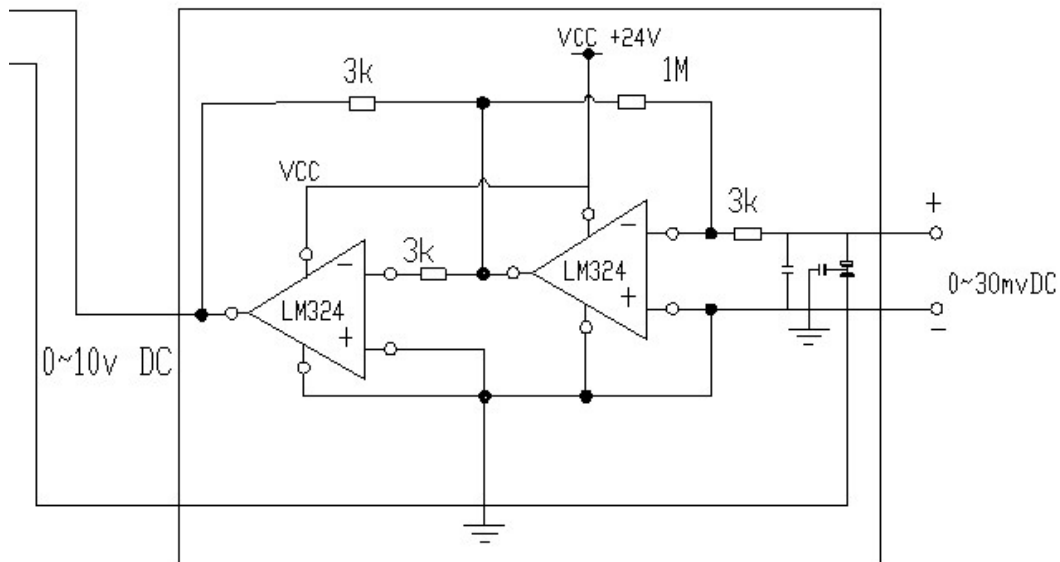


图 3.1 称重处理电路

如图 3.1 所示该测控系统中，采集的信号是来自各皮带秤上压力传感器输出的 mV 级小信号。设计选用的皮带秤传来的动态称重信号是 0~30mV 范围，不能被 PLC 读取，需要经过外加放大电路处理，将其转化为 0~10V 的标准电压信号。如图 4.1，为了实现电压放大，采用 LM324 系列器件带有真差动输入的四运算放大器，与单电源应用场合的标准运算放大器相比，它有一些显著优点：可单电源工作 3V-32V、短跑保护输出、每封装含四个运算放大器、具有内部补偿的功能，其引脚图如下图 3.2 所示。其转化后的 0~10V 的标准电压信号就可以直接输入 PLC 模块内部进行了。

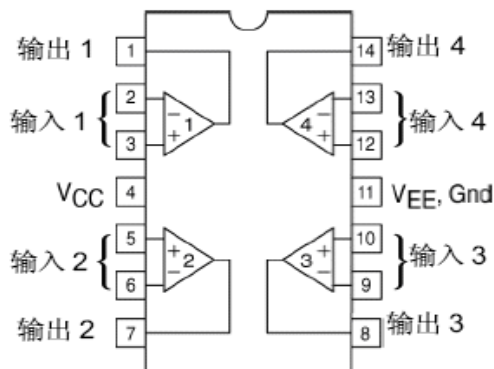


图 3.2 PLC 模块引脚

3.1.4 测速传感器的选择

电子皮带秤所测量物料的瞬时流量的大小取决于两个参数，即瞬时流量等于称重传感器测量的承载器上物料负荷值 q (kg/m) 和测速传感器测量的皮带速度值 v (m/s) 两个参数相乘所得，即： $W(t)=q*v$ ，由此可见，测速传感器的测量精确度和稳定性与称重传感器的测量精确度和稳定性是同等重要的。只要保证 $q(t)*V(t)$ 的乘积不变，就可以保证物料流量的恒定。即随皮带上物料重量的变化控制皮带运行速度做出相应的调整，就可以保证物料流量的恒定。目前称重传感器的精确度普遍提高到万分之几，而测速传感器的精确度大多在千分之几，所以提高测速传感器精确度是提高电子皮带秤系统精确度有效的途径之一。

光电编码器的测速脉冲信号整形后直接作为显示仪表中累加器的发信号，每接受一个测速脉冲信号，累加器就对称重传感器的输入信号进行一次采样，皮带速度越快，累加器采样的次数越多，采样值不断累加，测速脉冲信号及称重信号经过处理后直接进行乘法运算，就实现了流量信号的处理。

3.1.5 变频器的选择

比较国内外许多变频器，其中包括西门子、施耐德、三菱等世界知名品牌，通过比较这几种品牌变频器的控制方式、产品性价比、节能性能、耐用性、操作界面及操作语言等主要性能，最终选用了富士“FRN18.5G11S-4CX”型变频器。这种变频器采用 32 位 CPU 作为中央处理器和 SPWM 型号控制，是一种应用广泛的多功能、高性能的变频器。它具有开关频率高，输出更接近正弦波或者说可以使电动机的磁场更接近圆形，可以对电动机进行恒转矩和恒功率调速。

根据电动机的技术参数 P（额定功率）15KW、T（额定转矩）、I（额定电流）31.6A、U（额定电压）380V、电动机的过载倍数 λ 等进行变频器选型配置。变频器最大输出电流大于电动机最大输出电流。系统相关元件系统断路器、快速熔断器等的选择。系统的进线接触器选用北低的 B200（ $I_e=200A$ 、 $U_e=600V$ ）分段电流为 200A，选择 130A 的快速熔断器。

直流系统包括制动单元/制动电阻、快速开关、平波电抗器等。制动电阻根据变频器的容量选用 10 欧的耐高温电阻。

交流系统包括过压吸收、交流电抗器、主进线接触器等。根据需要选用保定变压器厂产的 0.43mH 的平波电抗器，0.3mH 的交流进线电抗器。

根据收集的电动机参数和变频器的选型原则最终选用了富士 FRN18.5G11S-4CX。由于变频器的输出功率有 25% 要消耗在高频谐波上，所以选变频器的输出功率要比电机的实际功率大许多。

1、主电路。R、S、T 为主回路电源输入端子，连接三相电源。U、V、W 为变频器的输出端子，接连改善功率因素的直流电抗器。P+，N-，为制动单元。E（G）为接地端子。

2、控制端子。端子 11 为频率设定公共端、端子 12 为频率设定输入端（输入 0 至 +10）、端子 13 为频率设定电源（频率设定电位器 1 至 5k 欧，10V 相当于最大频率）、CM 为公共端：FWD 为正转；断开，电动机减速停止。HLD 为三线运行，停止命令。BX 为电动机滑行停止命令，BX—CM 接通电动机将滑行停止，变频器不输出任何报警信号；THR 为外部报警后故障跳闸命令，它是常闭触点输入。

3、控制输入。X1，X2，X3 为多频率选择，X1，X2 为输出上升/下降频率监视输出。此外，变频器自身还有过压，过流，欠压，过载，缺相，过热等保护功能。

变频器的选择与电动机的结构型式及容量有关，还与电动机所带负载的类型有关。

富士“FRN18.5G11S-4CX”型变频器的额定容量 28KW；额定输出电压 380 至 400V；额定输出电流 39A；额定过载电流 150%，额定输出电流 1 分钟；200%额定电流 0.5 秒；额定输出频率 50、60Hz。

变频器功能参数设置表 3.1 所示：

表 3.1 变频器参数设置

功能码	名称	设定数据
F00	数据保护	0
F01	频率设定	1: 电压输入（0~10V）
F02	运行操作	1: 外部接点输入信号
F03	最高输出频率 1	60Hz
F04	基本频率	50Hz

F05	额定电压 1	380V
F06	最高输出电压	380V
F07	加速时间 1	20S
F08	减速时间 1	10S

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/777163005022006104>