# 摘要

本文主要对物料提升机系统中的控制和调速部分进行研究，通过可编程控制器和双闭环直流调速系统实现对提升机的调速控制。根据物料提升机的运行特点，可将该控制系统分为两部分，包括 PLC 控制部分和调速部分。采用 PLC 作为主控系统具有调试方便、维护量小、硬件设计简单等优点，同统接触式继电器控制系统相比较，不光省去了它的中间环节、减少了线路的连接数目，还从很大程度上完善了现有系统的安全、可靠性水平。最后，通过组态软件对构建的提升机系统进行画面仿真，实现提升机的启停、调速和升降功能。

**关键词：**可编程控制器；提升机；直流电机调速；组态软件

# Abstract

This paper mainly on the material hoist system control and speed control part of the study, through the programmable controller and double closed-loop dc speed regulation system to realize the speed control of the hoist.Operating characteristics of the material hoist, the operating system can be divided into two portions,including PLC control part and control part. Adopting PLC as the main control system is easy to debug, maintenance quantity is small, the advantages of simple hardware design, compared with all contact relay control system, it not only saves the intermediate links, reducing the number of connection lines, also to a large extent improve the level of safety and reliability of the existing system. Finally, through configuration software to the construction of the hoist system for screen simulation, to achieve the hoist start and stop, speed and lifting function.



**Key words:** PLC; hoist,;dc motor speed regulation,;configuration software

# 目录


引言 ..... 1

第一章 概述 ..... 2

1.1 选题背景 ..... 2

1.2 国内外研究状况 ..... 2

1.3 本文研究内容及意义 ..... 3

第二章 直流调速控制系统 ..... 4

3.1 直流调速的基本方法 ..... 4

3.2 转速一电流双闭环调速系统 ..... 4

3.5 直流电动机的可逆运行 ..... 9

第三章 PLC 控制技术 ..... 11

4.1 PLC 的概述 ..... 11

4.2 PLC 的基本框架 ..... 11

4.3 PLC 的工作原理 ..... 11

4.4 PLC 的基本特点 ..... 12

第四章 物料提升机控制系统的硬件设计 ..... 14

5.1 PLC 控制系统的基本结构 ..... 14

5.2 PLC 的硬件设计 ..... 14

5.3 控制系统的硬件设计 ..... 15

第五章 物料提升机系统的软件设计 ..... 17

6.1 PLC 的程序设计环境 ..... 17

6.2 部分软件程序设计 ..... 18

6.3 仿真调试.....19

第六章 结论与展望 .....22

参考文献 .....23

致谢 .....25

附录 A 系统硬件结构设计 .....26

附录 B 物料提升机的升降组态画面 .....27

附录 C 物料提升机的加减速组态画面 .....28

附录 D 程序清单 .....29

# 引言

物料提升机是一种常用的机械输送设备,主要用于需要对粉状、颗粒状及小块物料的持续垂直提升的场合 Error! Reference source not found.。提升机系统的电力传动部分是十分复杂的，电动机频繁的正反向，使其常常处于过负荷运行以及电动、制动状态不断进行转换的过程中 Error! Reference source not found.，这就要求系统必须具有足够的稳定性。系统在运行过程中能够既安全又可靠，这对于提升机来说是首要要求。若系统长时间保持在低安全性、低可靠性的状态运行时，不光可能直接影响整个工业场合的生产输送能力，导致其经济效益降低，还有可能危害到工作人员的人身安全。所以，研究一种具有优良安全可靠性能的提升机是今后工业控制系统的一项重要内容。

在对现有调速系统进行了深入的了解和学习之后，最终决定运用 PLC 控制技术对提升机系统进行设计，并将其作为系统的核心部分，将双闭环直流调速系统作为本设计的电力拖动部分。围绕课题的主要研究内容，论文的整体结构主要分成了七部分，对每部分结构的内容做了如下安排:

第一部分:概述。在本部分中主要对课题的研究背景、研究意义以及研究内容作了简要介绍，同时就提升机的国内外研究状况进行了分析。

第二部分：直流调速系统。本章主要对直流电机调速的基本调速方法进行了介绍，并对本课题拟采用的双闭环直流调速系统进行了具体分析。

第三部分：PLC 控制技术。本章主要从 PLC 的基本结构、工作原理以及不同于其他控制技术的特点等方面进行了介绍，使之进一步了解 PLC 控制技术。

第四部分:硬件部分的设计。本章主要从硬件部分的设计进行介绍，首先对系统的整体硬件结构进行了概述，其次 PLC 的选型，之后按照系统的设计要求对 I/O 口进行了分配，最后介绍了硬件设计流程图以及整体的原理框图。

第五部分：软件部分设计。本章主要从程序的编写及仿真的角度进行介绍,首先从对编程软件进行了简要概述，然后对系统的部分程序进行了具体分析，列举了部分程序的流程图，最后介绍了组态的画面仿真过程。

第六部分：结论。总结在设计过程中主要研究内容，并对研究该系统所具有的现实意义进行了简要介绍，最后阐述了系统的不足之处。

# 第一章 概述

## 1.1 选题背景

物料提升机是一种固定的机械输送设备，主要用于需要对粉状、颗粒状及小块物料的持续垂直提升的场合 Error! Reference source not found.。随着科学技术的不断发展，工业控制技术也在不断革新，不同场合、不同工况下对提升机的要求也存在些许差别。由于电动机在系统运行过程中经常需要经常切换运行状态，导致提升机系统的电气传动部分需要设计的非常复杂。所以对于提升机系统的运行过程来说能够安全可靠的运行是非常重要的，如果发生故障，不但会影响工业生产的经济性，而且还会对工作人员的人身安全产生威胁。因此，研究安全可靠的提升机系统对当前工业生产来说是一项重要的课题。

## 1.2 国内外研究状况

近四十年以来，国外提升机的发展速度可谓是如日中天，尤其是它的机械控制部分和电气传动部分简直可以说是日新月异的。19 世纪七十年代初，国外就已经开始在提升机的控制系统中运用可编程控制器了。到 19 世纪八十年代，提升机又开始使用计算机进行系统的实时监视和可视化管理。计算机和可编程逻辑控制器相结合的应用模式，给提升机系统提供了一种新型的、现代化的可视监管手段，不止是将提升机的控制技术提高到一个新的层次，还在一定程度上对了系统的安全可靠进行了完善。

与此同时，我国的提升机系统却没有多大成就，导致在很长一段时间里都处于停滞不前的状况。和国外相比，我国的提升机控制系统还是存在很大距离的，需要加大研究的力度。目前，我国还有 80%以上的提升机仍在使用通过交流绕线式异步电机拖动的方式对电控系统进行控制。它采取了串接附加电阻的方式实现电机的启动、调速功能。串电阻调速方法作为常用的恒转矩调速方式，虽然这种方法具有经济性差、低速运行特性软以及稳定性差的缺点，但由于这种方法的比较简单方便实用，所以，在大型工业机械中依然被经常使用。

20 世纪 90 年代初，在一些工业生产场合就开始使用由我国自主开发、制造的晶闸管-直流电动机控制系统了。这种控制系统的对大部分场合都适用，体积小并且重量也很轻，所以不需要很大的占地面积，具有安装和建筑费用低、总效率高、电能损耗少、单机容量大的优点，首次实现了自动化控制。由于物料提升机在安全性、可靠性以及调速性能这几方面有着独特的要求，因此，可以说提升机的电控技术水平几乎能代表一个企业乃至一个国家的电控技术水平。近些年来，国外在电力拖动方面也取得了不小的进展，出现了许多新型的拖动方式，包括交—交变频、交—直—交变频等。变频调速是一种和他励电动机调速非常相似的调速方式，具有较宽的调速能力、调速平滑性优良以及机械特性足够硬的优点，在工业生产中可表现出其独特的优越性。

## 1.3 本文研究内容及意义

### 1.3.1 论文主要研究内容

通过对当前提升机控制系统的研究，本文主要对物料提升机的控制系统部分进行了设计，以可编程控制器及直流电机相结合的方式，用于实现对物料提升机的起制动、升降速以及调速方面的控制。系统主要是由 PLC 控制和直流电机调速两部分组成的。PLC 控制部分主要是用于编写提升机运动指令并进行数据打包等处理，实现对提升机的运行控制；直流电机调速系统主要是采用双闭环直流调速的方法，将其与控制部分连接，用于接受 PLC 的控制程序，实现电动机的启停、加减速等状态。本课题主要从以下三个方面对提升机控制系统进行了研究：

（1）运用了 PLC 控制技术，进一步改善了提升机的安全可靠性问题。设计编写了相应的程序使直流电机能够进行不同的状态变化，从而达到控制提升机系统运行的目的。

（2）通过对直流电机调速系统的学习，了解它的调速原理，并在现有基础上进行设计。

（3）采用组态软件进行仿真。通过组态软件进行画面的制作和仿真，能够更加直观的看到提升机的状态变化过程。

### 1.3.2 本文研究意义

本课题中采用目前工业当中普遍使用的可编程控制器作为物料提升机的主要控制单元，具备运行可靠、操作简单的特点；在电力拖动系统中，采用了调速范围宽、静差率小、稳定性能优良、具有良好动态性能的转速-电流双闭环直流调速系统，同时 PLC 的应用也一定程度上优化了调速系统性能。

以改进物料提升机系统的控制方式为目标 ，在传统调速方案的基础上对其控制方式部分进行了创新，不光可以起到降低成本的作用，还能够增强系统的稳定性。能够安全、可靠的使用提升机是本系统研究与设计的主要目标。

# 第二章 直流调速控制系统

## 3.1 直流调速的基本方法

直流电动机电枢回路的电压平衡方程式表示为

$$U = E + I_{\mathrm{a}} R \tag{3-1}$$

电枢反电势表示为

$$E = C_{\mathrm{e}} \phi \mathrm{n} \tag{3-2}$$

将电枢反电势和电压平衡方程式联合进行求解，可得转速特性方程式如下所示：

$$\mathrm{n} = \frac{U - I_{\mathrm{a}} R}{C_{\mathrm{e}} \phi} \tag{3-3}$$

由式 3-3 可以看出，直流电机的调速方法主要包括以下三种，包括：

（1）调节电枢电压调速

（2）改变电动机励磁调速

（3）改变电枢回路电阻调速 **Error! Reference source not found.**

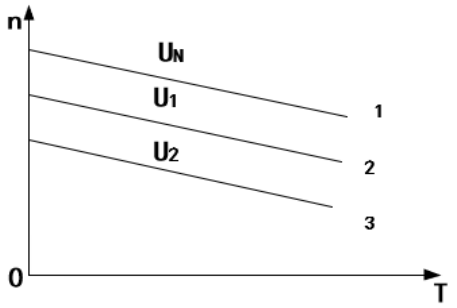



图 3-1 他励直流电动机改变电枢电压时的人为机械特性

采用改变电枢电压的方式对速度进行调节时，可以在较宽的范围内实现无级平滑调速，其人为机械特性如图 3-1 所示。虽然在对电枢电压做出改变时，n0 会随之发生改变，但其机械特性的斜率却是固定值；通过改变电阻的方式对速度进行调节时，只能用来实现有级调速；采用变化磁通的方式进行调速时（即磁通降低），可以用来实现平滑调速。但由于其较小的调速范围，通常只在用作配合调压调速的方案中使用，可以实现在电动机额定转速的小范围内调速的功能。

### 3.2 转速一电流双闭环调速系统

如图 3-2 所示为转速-电流调速系统的稳态结构图，需要在系统中设置两个调节器，且两者之间采用通过串联的形式进行连接，两个调节器分别对主要被调量转速以及辅助被调量电流起进行调节，将电流调节器的输入部分用转速调节器的输出部分代替，之后再通过电流调节器的输出对晶闸管整流器的触发装置进行控制 Error! Reference source not found.。从整体的闭环结构来看，内环是将电流调节套在里面的；外环是将转速调节套在外面的。设计时，第一步先对电流调节器进行设计，之后把设计完成的电流环当成整个转速调节系统的一个部分，第二步再对转速调节器进行设计 Error! Reference source not found.；通常情况下，会选择 PI 调节器作为两个调节器使用，以此达到获取优良静、动态特性的目的。

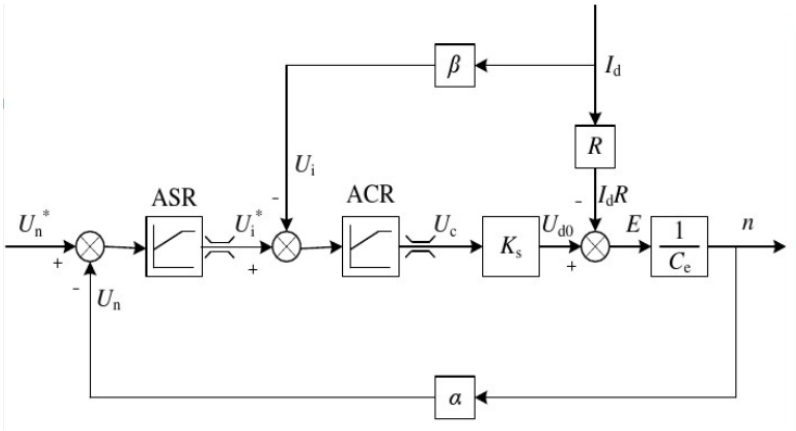



图 3-2 双闭环调速系统的稳态结构图

（1）静态特性

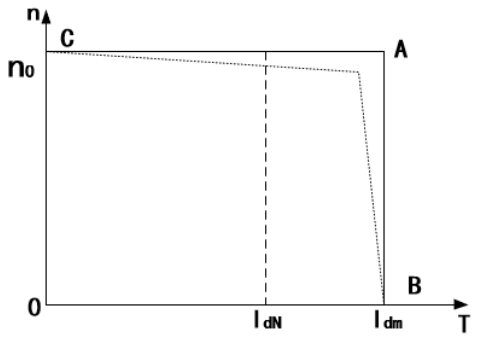



图 3-3 双闭环直流调速系统的静态特性

双闭环系统的静态特性如图 3-3 所示。当负载电流比 Idm 小时，转速调节器 ASR 处于不饱和状态，仅仅依靠 ASR 的调节作用，就能够保证系统具有转速无静差的特性，因此，认为此时电流调节器只起到辅助作用 **Error! Reference source not found.**。负载电流在不断增大的同时，ASR 的输出控制电压也会不断加大，当负载电流达到 Idm 时(电动机过载或被卡住堵转时)，ASR 输出的控制电压达到最大值，使其处于饱和状态，不再具有调节作用，此时转速环呈开环状态 **Error! Reference source not found.**。在最大给定电流是恒定数值的条件下，依赖电流环对电流的调节作用，此时可将系统从恒转速调节转换成恒电流调节。因为 ACR 同样是 PI 调节器的原因，以至于能够实现无静差电流调节作用，获得理想的下垂特性，使系统能够受到保护。这就是是采取了电流控制内环然后加上转速对外环控制的串接方式的效果。事实上，由于运算放大器的开环放大系数不是无穷大，再加上零点漂移，静特性的两端都略有很小的静差率 **Error! Reference source not found.**。

（1）动态抗扰性能

通常情况下，转速-电流调速系统具备比较优良的动态性能。在调速系统中，对动态性能来说，抗扰性是占主体地位的，它主要包括了抗负载以及抗电网电压的扰动性能。

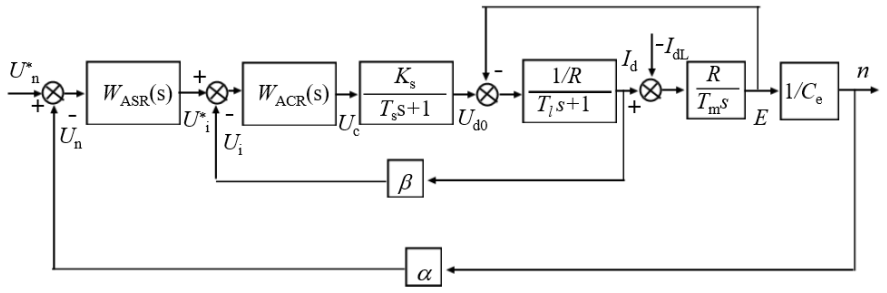



图 3-4 双闭环调速系统动态结构图

通过图 3-4 能够看出，如果在电流环环节之后发生负载扰动的情况，只能通过对转速调节器 ASR 的作用去抵消负载扰动情况 **Error! Reference source not found.**。所以，在对 ASR 进行设计时，要求它的抗扰性能要比较好；与单闭环直流调速系统的不同之处在于，双闭环调速系统多设置了一个电流环。为的是当电压发生波动时，通过电流环的反馈作用可以使电压波动得到有效调节，抗电网电压扰动性能大有改善，转速动态变化也会大幅降低 **Error! Reference source not found.**。

（2）电流调节器参数的选择

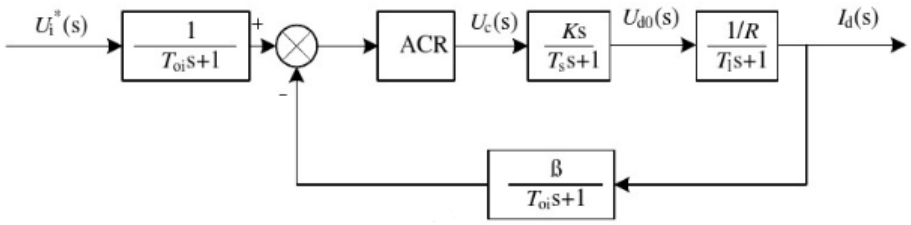



图 3-5 电流环的动态结构图

由图 3-5 可知，因为在检测电流信号的时候常常能从中发现交流分量的存在，所以在设计时必须通过低通滤波来对其进行消除，其滤波时间常数 L 可以根据不同的设计需求进行选定。在对电流环进行设计时，最先要解决的问题就是转速环输出量对电流环的影响。在实际系统运行中，它的电流调节过程一般要较快于转速变化过程，也就是反电动势 E 要进行很快的变化，造成这种情况最主要原因就是其电磁时间常数 T1 一般都远小于机电时间常数 Tm。由于 E 在电流环中只起到一个很小的扰动作用，对电流环来说干扰性不大，所以可将调节过程中的 E 看成一个固定值。所以在对电流环进行设计时，就可以先断开电动势的反馈作用，暂时忽略它的动态性。惯性环节可近似认为是一个将给定滤波及反馈滤波等效替代之后移到环内构成的等效环节。

取 $T_{\Sigma i}=T_s+T_{0i}$，电流环结构图最终可以简化为图 3-6。

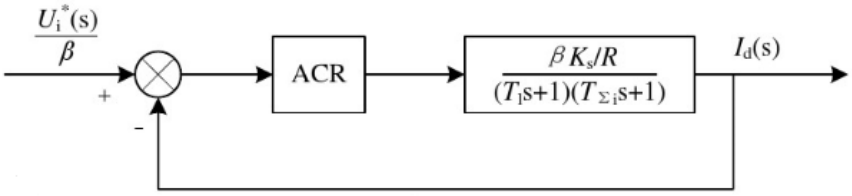



图 3-6 电流环简化动态结构图

通常情况下，会根据Ⅰ型系统对电流环进行设计。

选用 PI 调节器构成电流环，其传递函数可表示为：

$$W_{ASR}(s)=K_i\frac{\tau_i s+1}{\tau_i s} \qquad (3\text{-}4)$$

式中：$K_i$ 表示调节器的比列系数；$\tau_i$ 表示调节器的超前时间常数。

由于需要将调节器的零点和控制对象的时间常数极点进行抵消，所以使

$$\tau_{\mathrm{i}} = T_{\mathrm{i}} \tag{3-5}$$

其中，电流环开环增益为

$$K_{\mathrm{i}} = \frac{K_{\mathrm{i}} K_{\mathrm{s}} \beta}{\tau_{\mathrm{i}} R} \tag{3-6}$$

比例系数 $K_i$ 通常情况下与 $w_{ci}$ 以及动态性能指标有关，它们能决定比例系数的取值。通常将超调量的取值范围定为：6%≤5%，此时通过查阅相关资料可以得到阻尼比为：$\xi = 0.707$，$K_{\mathrm{i}} T_{\sum \mathrm{i}} = 0.5$。于是可得出

$$K_{\mathrm{i}} = w_{\mathrm{d}} = \frac{1}{2T_{\sum \mathrm{i}}} \tag{3-7}$$

再根据上述两式可得

$$K_{\mathrm{i}} = \frac{T_{\mathrm{i}} R}{2 K_{\mathrm{s}} \beta T_{\sum \mathrm{i}}} = 0.5 \frac{R}{K_{\mathrm{s}} \beta} \left( \frac{T_{\mathrm{i}}}{T_{\sum \mathrm{i}}} \right) \tag{3-8}$$

（3）转速调节器参数的选择

由于在设计转速器之前，就已将电流环设计好，所以此时可以直接将其作为调速系统的一个环节进行使用，其等效后的传递函数可表示为：$\frac{1/\beta}{2T_{\sum \mathrm{i}} s + 1}$，于是可以得到转速环的动态结构图，如图 3-7 所示。

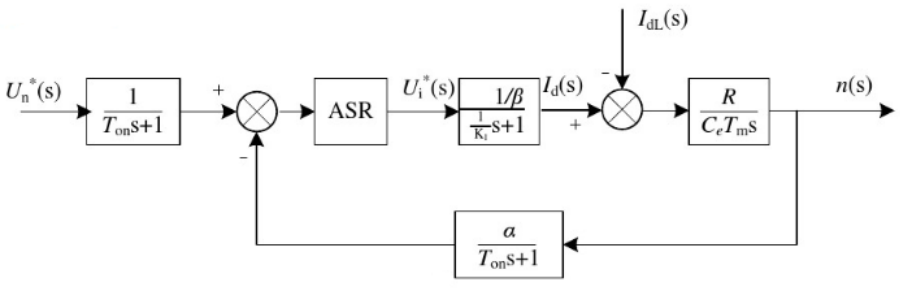



图 3-7 转速环动态结构图

将给定滤波器以及反馈滤波环节进行等效处理之后，再将其移动到环内，并需要将给定信号同步写成$U_{\mathrm{i}}^{*}(\mathrm{s})/\alpha$；最后再将两个小惯性环节进行合并，合并后的结果可近似认为是$2T_{\sum \mathrm{n}}$，此时的时间常数就变成了$2T_{\sum \mathrm{n}}$，也就是说可将惯性环节看作$T_{\sum \mathrm{n}}=T_{\mathrm{on}}+2T_{\sum \mathrm{i}}$，由此可以得到转速环简化结构图，如图3-8所示。

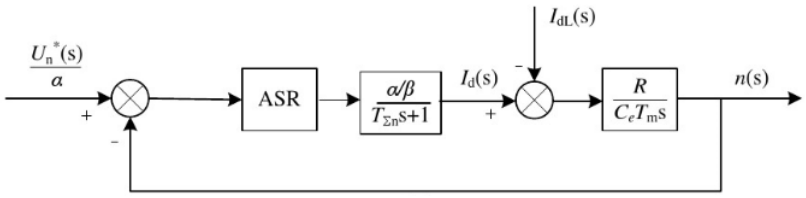



图3-8 简化后的转速环动态结构框图

通常情况下，都将ASR校正成典型II型系统，已达到稳态时无静差及抗扰动性优良的要求。所以其传递函数可写为

$$W_{ASR}(\mathrm{s})=K_{\mathrm{n}}\frac{\tau_{\mathrm{n}}\mathrm{s}+1}{\tau_{\mathrm{m}}\mathrm{s}} \tag{3-9}$$

式中，$K_n$指的是ASR的比例系数；$\tau_n$指的是ASR的超前时间常数。

因此，可将其开环传递函数表示为：

$$W_{\mathrm{n}}(\mathrm{s})=\frac{K_{\mathrm{n}}\alpha R(\tau_{\mathrm{n}}\mathrm{s}+1)}{\tau_{\mathrm{n}}\beta T_{\mathrm{n}}C_{\mathrm{n}}\mathrm{s}(T_{\sum \mathrm{n}}\mathrm{s}+1)}=\frac{K_{\mathrm{n}}(\tau_{\mathrm{n}}+1)}{\mathrm{s}^{2}(T_{\sum \mathrm{n}}\mathrm{s}+1)} \tag{3-10}$$

其中，ASR的开环增益为

$$K_{\mathrm{n}}=\frac{K_{\mathrm{n}}\alpha R}{\tau_{\mathrm{n}}\beta C_{\mathrm{e}}T_{\mathrm{m}}} \tag{3-11}$$

根据典型II型系统要求的参数选择法将参数确定为：

$$\tau_{\mathrm{n}}=\mathrm{h}T_{\sum \mathrm{n}} \tag{3-12}$$

$$\tau_{\mathrm{n}}=\frac{\mathrm{h}+1}{2\mathrm{h}^{\mathrm{n}}T_{\sum\mathrm{n}}^{2}} \qquad (3\text{-}13)$$

所以，转速调节器的比例系数可表示为：

$$\tau_{\mathrm{n}}=\frac{(\mathrm{h}+1)\beta C_{\mathrm{e}}T_{\mathrm{m}}}{2\mathrm{h}RT_{\sum\mathrm{n}}} \qquad (3\text{-}14)$$

式中，频宽 h 需要由系统对动态性能的要求来确定。通常情况下，默认 h=5.

### 3.5 直流电动机的可逆运行

由于晶闸管具有单向导通性，所以它只能提供给电动机一种方向的电流，即电动机在这种情况下只有单向运行一种方式。有些拖动机械(如锚机、绞缆机)需要正反向运行，在减速和停车时还要有制动作用，以缩短制动时间 **Error! Reference source not found.**。所以，就需要对这类设备的自动调速系统实施可逆运行线路的设计。通过转矩公式 $M_{\mathrm{d}}=C_{\mathrm{m}}\phi I_{\mathrm{d}}$，可知可以通过调节电枢电流的方向和调节励磁磁通的方向这两种方式对转矩进行调节。前面一种主要是对电枢电压的极性进行调节，后一种主要是对励磁电压的极性进行调节。

#### 3.5.1 反接电枢的可逆线路

选用两组晶闸管装置，将其两者之间采用反并联的形式连接到一起，此时就可以用这种装置进行电动机正、反向运行的控制。经过正方向的一组晶闸管装置时产生一个正向电压，当用该正向电压对系统进行供电时，可以实现电动机的正转功能; 经过反方向的一组晶闸管装置时会产生一个反向电压，当用该反向电压进行供电时，可以实现电动机反转功能。两组晶闸管需要通过两套触发装置，分别对其进行控制，因此每一组晶闸管都能对电动机的起动、制动以及升降速状态转变的过程进行灵活控制 **Error! Reference source not found.**。

由于电枢回路中的电感和时间常数都较小，而且其在反方向运行时的过程会很快，所以在需要经常处于起动、制动状态以及要需要较短过渡时间的拖动机械上常常使用这种线路。然而通常情况下，若想要使用此回路，需要在它的主回路上设置两套晶闸管整流装置，所以导致投资相对较大，尤其是在需要较大容量的可逆系统中表现的尤为突出。此外，由于实际运行时，是不可以将两组晶闸管同时设置为整流状态的，为的是避免发生电源短路现象。因此，在反并联可逆线路中反接电枢方式是其中最为重要的问题。

### 3.5.2 励磁反接可逆线路

如图 3-9 所示，将另外的两组晶闸管装置进行反并联连接之后，可供电给励磁绕组，通过交替工作的正方向和反方向两组整流装置可以用来对励磁电流的流通方向进行调节，以调节磁通方向，从而达到使电动机换向的目的。因为在电动机额定功率中励磁功率只占 1~5%的比重，所以，反接励磁所需的容量远比电枢反接所需容量小得多。因此，只需要在电枢回路中应用一组大容量的装置就可以了。但是由于励磁绕组中存在着较大的电感，所以励磁反向所需要的的时间就要远远大于比电枢反向所需要的时间，因此，相对于一些大容量的电动机来说，其励磁时间常数是比较长的，可达到几秒的数量级单位。所以相对来说电流反向运行所花的时间就有可能超过 10s 的数量级。因此，在对快速性要求低，正、反转状态不需要经常切换的大容量可逆系统中经常使用该方案。

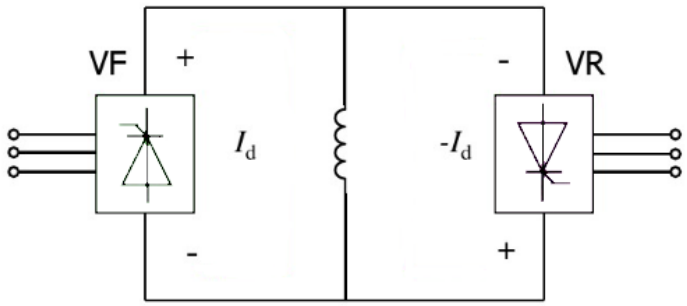



图 3-9 励磁反接可逆线路

# 第四章 PLC 控制技术

## 4.1 PLC 的概述

可编程控制器是一种通用工业自动控制装置，它是在微处理器的基础上，结合了计算机技术、半导体集成技术、自动控制技术、数字技术以及通信网络技术发展起来的 Error! Reference source not found.，因此，可以用其表示当下工业生产技术中程序控制部分的先进程度。它面向的主要对象包括两类：过程控制和用户，具有操作方便、可靠性高、适应工业生产环境等优点。

## 4.2 PLC 的基本框架

PLC 的硬件结构与微型计算机基本是一样的，它实质上可以看作是一台专用于工业过程控制的计算机系统，如图 4-1 所示。

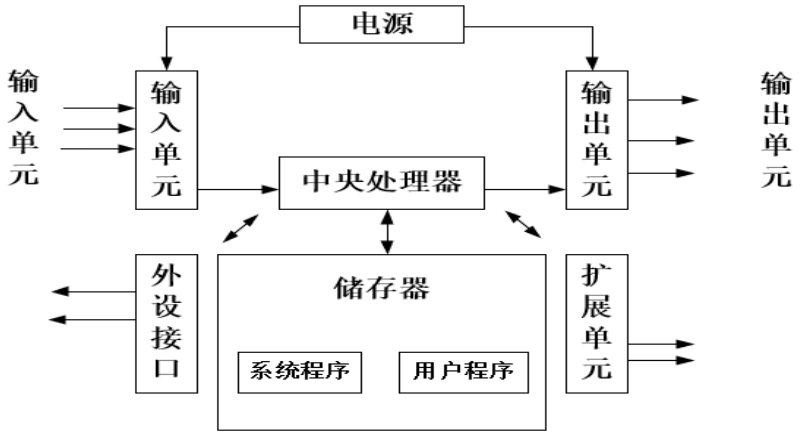



图 4-1 PLC 的基本结构图

（1）中央处理单元

CPU 作为 PLC 的控制中枢，主要起到了接收、存储用户程序以及数据的作用。

（2）存储器

按照其功能的不同可以将存储器分为两种：一种叫系统程序存储器，是用来存储系统软件的；另一种叫用户程序存储器，是用来存储应用软件的。

（3）电源

电源是整个 PLC 系统中动力中枢。通电时，PLC 启动；断电时，PLC 关闭。

### 4.3 PLC 的工作原理

PLC 通常以循环扫描的方式进行工作。

将 PLC 接通电源之后，就可以对用户程序进行扫描了，完成一次扫描之后将用户程序存储起来，之后再让系统执行程序完成规定的任务，周而复始，直至 PLC 停止运行。扫描周期是指完成一次扫描所用的时间，一次完整的循环过程可以归纳为五个阶段，分别为公共处理阶段、执行用户程序阶段、扫描周期计算阶段、I/O 口刷新阶段以及外设口服务阶段 **Error! Reference source not found.**。

（1）公共处理阶段

在此阶段，PLC 会进行如下操作：对监视定时器进行复位、对所接外部设备进行检查以及对用户的内存状态进行检查等。如果在处理时有异常情况发生的话，故障显示电路就会被接通，显示灯打开的同时会对异常原因进行判断和显示。

（2）执行用户程序阶段

在此阶段主要是进行对映像寄存器中存储的数据进行读取、解释以及执行的工作。

（3）扫描周期的计算

在此阶段，如果随扫描周期提前进行了设置，则不会立即进行下面的扫描工作，直至达到设定值才能继续向下扫描。若没有提前设置，则要完成整个周期的扫描计算。

（4）I/O 刷新阶段

I/O 刷新阶段，主要分为两个部分：

❶读各输入点的状态

在此时 PLC 会对用户程序中的输入状态以及数据依次进行扫描工作，扫描结束后会将其存入到 I/O 映像区的对应单元中，之后 PLC 会进入用户阶段及输出刷新阶段，此时的 I/O 映像区处于闭锁状态，无论数据和输出状态如何变化，该单元状态都会保持原状不会发生改变 **Error! Reference source not found.**。

❷读输出映像寄存器中的状态

在此阶段，输出映像寄存器中已存有相关数据及对应状态，PLC 会以此为依据对输出锁存电路进行刷新，刷新完成后会经由输出电路对数据或状态进行输出，以实现对外接电路的驱动。

（5）外设口服务阶段

在此阶段会完成与外部的通信处理工作。

在进行了上述各部分的扫描处理之后，PLC 又会从公共处理阶段开始进行下一周期的扫描，一直循环此扫描过程，直至 PLC 停运。

### 4.4 PLC 的基本特点

PLC 控制技术的诞生让工业控制技术在整体上有了一个质的飞跃，它相比于传统继电器的控制技术主要有以下优点 ：

（1）高可靠性以及强抗干扰能力

随着科学技术的不断发展，元器件的性能也在被不断地进行完善，因此，在一定程度上提高了 PLC 的可靠运行性。通常情况下，PLC 可正常工作的时间是非常长的，甚至于可以达到几万小时以上，使得该项指标已变得毫无意义，因此，大部分厂家在之后的生产过程中都不会再对该性能指标进行标注。大量的实践表明，PLC 运行系统发生故障的原因基本不是由其本身问题产生的，大多数还是其外部开关、传感器或执行机构发生故障导致的。

（2）通用性强，使用方便

目前大部分的 PLC 产品中所带有的 I/O 模块和相关部件都是比较齐全的，且基本上实现了系列化生产和功能模块化的目标，在很大程度上满足了用户在进行不同系统控制时将所需部分进行组合的便利性，节省了用户的设计时间 **Error! Reference source not found.**。

（3）程序设计简单且易学易懂

通过对当前用户的使用数据进行分析，可以看出电气控制人员是 PLC 的主要使用对象。因此结合这个实际情况，PLC 厂家在对其进行设计时通常情况下不会采用微机使用编程语言，而选用了一种梯形图语言，这种语言的结构和继电器的控制原理图是类似的，所以对工程技术人员来说，无论是学习还是使用都是非常便利的 **Error! Reference source not found.**。

（4）采用先进的模块化结构，系统组合灵活方便

PLC 整体上采用了模块化的技术手段，将 CPU、电源及 I/O 通道等各个部件分别进行模块化设计，之后再用机架和电缆将各模块组合到一起。可按照用户需求将随意组合，大大提高了用户的工作效率。

（2）系统设计周期短

鉴于系统硬件仅是依据对象的要求对模块进行合理化分配，很大程度上减少了设计时间，加快了工程的进度。

（6）安装简便、调试方便、维护量小

可编程控制器能够在所有工业环境中直接运行，通常情况下是不需要设置机房存放的。PLC 通常在实验室中就可以进行软件的设计和调试工作，不需要到现场去进行实地设计和调试。输入信号可通过模拟实验开关表示，输出状态可通过发光二极管的显示情况进行观察，也可采用另接输出模拟实验板的方式进行观察。

# 第五章 物料提升机控制系统的硬件设计

## 5.1 PLC 控制系统的基本结构

本设计研究的物料提升机控制系统，其硬件部分主要由 PLC 和转速-电流双闭环直流调速系统组成。

## 5.2 PLC 的硬件设计

### 5.2.1 PLC 机型的选择

本设计采用了日本三菱公司的 FX3U 系列的 FX3U-16MTCPU 系统，其中，16 是指一共有 16 个输入输出点；M 为基本单元；T 为晶体管输出形式 **Error! Reference source not found.**。这类 PLC 在环境温度、抗冲击性、抗扰动等方面都能满足要求。PLC 构成双闭环直流调速系统的成分包括：1 个基本单元（即 FX3U-16MT）、一个模拟量输入模块 FX3U-4AD（即 4 个 12 位模拟量输入通道）和一个模拟量输出模块 FX3U-2DA（即 2 个 12 位模拟量输出通道）**Error! Reference source not found.**。

通过 FROM（FNC78）/TO（FNC79）指令实现 PLC 基本单元与 FX3U-4AD 和 FX3U-2DA 之间的数据通讯功能。FROM（读特殊功能模块指令）是用于读取数据的指令，实现将数据从 FX3U-4AD/2DA 中读出的功能，TO（写特殊功能指令）是用来写入数据的指令 **Error! Reference source not found.**。

PLC 构成的转速-电流双闭环直流调速系统一共包括三个模块：基本单元模块 $FX_{3U}$-16M、模拟量输入模块 $FX_{3U}$-4AD 以及模拟量输出模块 $FX_{3U}$-2DA。将 I/O 模块连接在 $FX_{3U}$-16MT 的右边扩展总线上，编号时，认为靠近基本单元的模块为起始模块，依次标为 0 号、1 号，如图 5-1 所示。

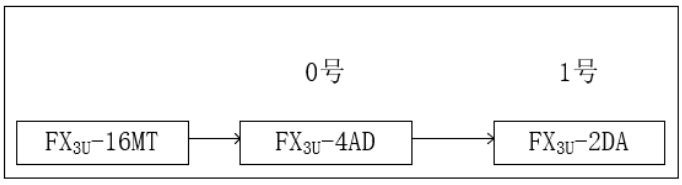



图 5-1 PLC 模块连接和编号

PLC 从双闭环直流调速系统中接收到的信号主要有三种，分别为：

（1）电压的给定值；

（2）速度的反馈值，首先把调速系统的输出值变换为电压值，然后将该电压模拟量经输入单元输送至 PLC；

（3）电流的反馈值，也就是要先利用电流互感器去检测整流变压器副边的交流电流量，可以测试到它是跟电枢电压呈正比关系的一个值，之后再通过整流操作之后就可以经由模拟量的输入单元输送到 PLC 当中了。

5.2.2 PLC 硬件部分设计

（1）PLC 硬件设计

如下图 5-2 所示为本设计的 PLC 硬件连接方式。我们把其中的 SB0~SJ 设定为输入通道，KM0~DJ 设置为输出信号通道。

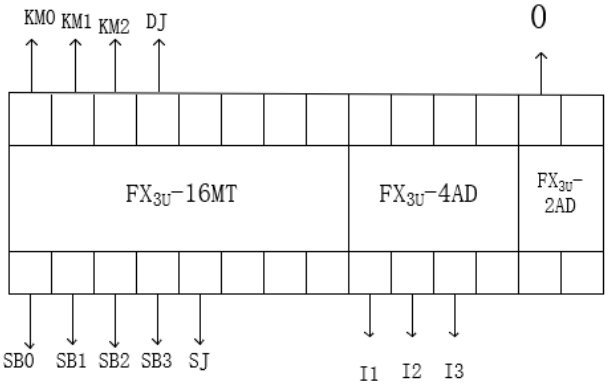



图 5-2 PLC 连线图

（2）I/O 口的选择及分配

由于输入、输出之间存在相互对应的关系，所以一定要事先对信号的输入输出通道进行分配。分配完毕之后，就可以对其进行编号了。如表 5-1 所示为 I/O 口的配置情况。

表 5-1 控制系统 I/O 分配表

| 输入信号 | | | 输出信号 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SB0 | 启动 | X0 | KM0 | 提升机启动 | Y0 |
| SB1 | 电机正转 | X1 | KM1 | 上升 | Y1 |
| SB2 | 电机反转 | X2 | KM2 | 下降 | Y2 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| SB3 | 停转 | X3 | DJ | 输出显示 | Y3 |
| SJ | 过电流保护 | X4 | 0 | 脉冲宽度调节器 | |
| I1 | 给定电压 | CH1 | | | |
| I2 | 电流的反馈 | CH2 | | | |
| I0.7I3 | 速度的反馈 | CH3 | | | |

## 5.3 控制系统的硬件设计

### 5.3.1 控制系统结构图

如图 5-3 所示为提升机系统的整体控制结构图，整体分为了两部分：上位机以及下位机。上位机部分主要是通过组态王工业组态软件完成监控系统的搭建工作，通过监控系统对提升机系统的参数进行设置和监测。把 FX3U 系列 PLC 作为下位机的控制部分，然后通过 PID 功能输出模拟量给脉宽调制器，再通过 IGBT 的驱动装置给四个 IGBT 管提供不同宽度的脉冲，完成直流电机的调速过程，在通过直流电机带动物料提升机的运行，最终完成提升机的加、减速控制功能设计。

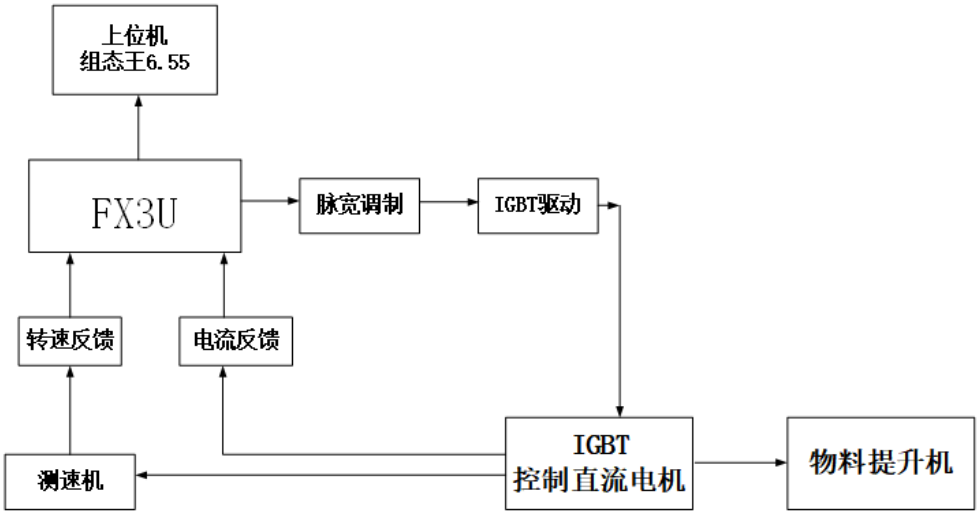



图 5-3 控制系统结构框图

### 5.3.2 系统硬件结构设计

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/145023324110011142