

电气技术人员实战系列

彻底学会

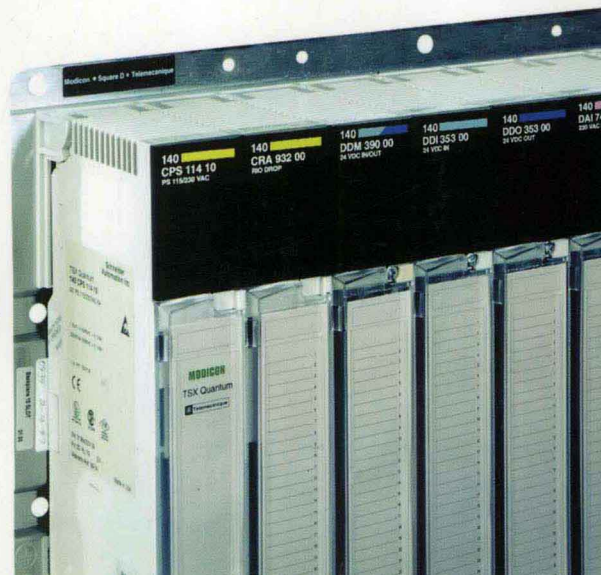
施耐德PLC 变频器 触摸屏综合应用

王兆宇 主编

- 控制系统原理和组成
- 设计电气自动化项目的基本步骤
- PLC硬件安装、软件编程、软硬件调试
- 触摸屏Vijeo-Designer创建与测试
- 变频调速控制原理
- 变频器ATV32典型应用
- 通信和网络组态
- 工程应用案例详解
- 检测元件的作用与选配



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



彻底学会

施耐德PLC 变频器 触摸屏综合应用

主 编 王兆宇

参 编 (按姓氏拼音排序)

陈伊明	陈玉辉	陈占英	储云峰	崔志达	樊占锁
富青丽	侯柏霞	火辉忠	李占伟	刘 晨	刘允松
马 威	任华建	孙家慧	王江先	王香钧	王延杰
王悦飞	邢德忠	郁陈华	原鹏斌	赵 鹏	张建芳
张俊杰	张 越	郑庆海	朱志军		



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书从实际工程应用的角度出发,详细介绍了电气自动化项目解决方案的设计与项目调试的方法之后,结合施耐德公司的 PLC、变频器和触摸屏的基本原理、参数设置、基本操作、典型应用,采用由浅入深、由简入繁的叙述方式,通过一个个典型案例阐述了 PLC 的编程技巧、变频器的调速方法和触摸屏的信息显示与信息交互技术。

本书特别适合于 PLC 编程和变频器调速及触摸屏组态的工程技术人员使用,书中详细介绍的案例包括 PLC 编程指令、电动机原理、变频器和触摸屏的参数设置、网络通信等方法,读者只要将这些典型案例经过简单修改就可以应用到工程中去。

图书在版编目 (CIP) 数据

彻底学会施耐德PLC、变频器、触摸屏综合应用/王兆宇主编.
—北京:中国电力出版社,2012.2

ISBN 978-7-5123-2670-5

I. ①彻… II. ①王… III. ①plc技术 ②变频器 ③触摸屏 IV.
①TM571.6 ②TN773 ③TP334.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2012) 第017186号

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012年6月第一版 2012年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 21.5印张 522千字

印数0001—3000册 定价48.00元



敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

自动控制系统是实现自动化的主要手段，现如今自动控制系统已经被广泛应用于人类社会的各个领域。那么，对于一个实践经验还不丰富的技术人员来说，怎样构建一个完整、高效、创新的解决方案就尤为重要了。

本书在第一篇详细描述了自动控制系统的原理和组织架构，使读者对前期的项目设计、中期的程序编制以及后期的项目调试都有个比较清晰的思路，在深入了解了被控对象和控制手段的前提下，能够独立完成电气系统的设计和元器件的选配。

第二篇从工程实际应用的角度出发，对施耐德 Quantum PLC 的基本组成、基本功能、安装、调试方法、组态配置、I/O 说明、通信以及选型等进行了全面、通俗易懂的讲解，更重要的是让读者掌握 PLC 编程的架构、构建编址的方法及变量的使用习惯，使读者编制的程序具有最大程度的可移植性。在以后的工程实践当中，选择已经编制好的典型应用程序，只做相应的简单修改后便可直接应用于工程，这样可以减少项目设计和开发的工作量。

第三篇介绍的触摸屏的操作员站的建立和变量连接的方法，给读者提供了丰富的画面想象空间，包括如何在画面中创建按钮、指示灯、计数器、转速表、时间继电器和报警等函数域的方法。

第四篇围绕电动机和变频器这两个核心内容展开，省略了大段的原理和结构的叙述，以项目中需要用到的知识点为重点，介绍了变频器的各种基本功能、功能参数的设置、端口电路的配接和不同功能在生产实践中的应用等，包含频率设定功能、运行控制功能、电动机方式控制功能、PID 功能、通信功能和保护及显示等。让读者能够尽快熟练的掌握变频器的使用方法和技巧，从而避免大部分故障的出现，让变频器应用系统运行得更加稳定。

第五篇首先介绍了网络通信的相关知识，并在讲解了电气控制的特定元件的基础上，通过几个典型的通用案例的分析，帮助读者将 PLC、触摸屏、电动机、变频器和测量元件这些设备在项目中串联起来，包括不同设备的硬件处理、接线到 PLC 的编程、触摸屏的操作员站的建立、电动机的调速和变频器的参数设置等，使读者建立一个完整的项目的电气控制思路，成为一个具备过程控制与管理双重功能的全新人才。

读者在附录中将逐步了解和掌握自动控制系统在生产过程中所遇到的温度、流量、压力、厚度、张力、速度、位置、频率、相位、浓度等各种物理量的处理方法，包括产生这些物理量的特定元件的接线、信号转换和编程的实用方法和手段。只有掌握了这些特定的功能元件的基础知识，才能取得突破性的进展。

本书在编写过程中得到了施耐德电气有限公司的大力支持，王峰峰、龙爱梅、戚业兰、陈友、王伟、张振英、于桂芝、葛晓海、袁静、董玲玲、何俊龙提供了许多资料，张振英和于桂芝参加了本书文稿的整理和校对工作，在此表示感谢。

限于作者水平和时间，书中难免有疏漏之处，希望广大读者多提宝贵意见。

前言

第一篇 电气自动控制系统

第一章 电气自动控制的基本概念和相关知识 3

第一节 自动控制系统的原理和分类	3
一、自动控制系统的原理	3
二、闭环与开环控制系统的比较	4
三、自动控制系统的分类	5
第二节 PID 控制功能	5
一、比例 (P) 控制	5
二、积分 (I) 控制	6
三、微分 (D) 控制	6
第三节 自动控制系统的组成	7
一、自动控制系统的组成	7
二、这些特定功能的元件的具体定义	7

第二章 电气自动化项目解决方案的设计与调试 9

第一节 设计一个自动化项目的基本步骤	9
第二节 电气自动化项目的设计	9
一、定量和定性分析和估算自动化项目的控制系统或被控对象	9
二、划分电气控制系统各个单元的工作原理	10
三、按照电气控制系统的各个单元进行设计	10
第三节 电气自动控制系统调试	10
一、系统调试前的准备要点	10
二、调速步骤	10
三、PLC 电气安装检查表	11

第二篇 可编程控制器 (PLC)

第三章 PLC 的结构原理和系统设计的方法 15

第一节 PLC 结构和功能介绍	15
一、PLC 的工作原理和存储器应用	15

二、PLC 的分类及特点	16
第二节 PLC 控制系统的设计方法	17

第四章 施耐德 Quantum 可编程控制器 (PLC) 19

第一节 施耐德 Quantum PLC 的硬件系统	19
一、施耐德 PLC 产品的介绍	19
二、施耐德 PLC 的硬件端口定义	20
三、施耐德 PLC 的选型与模块特点	20
第二节 施耐德软硬件在项目中的实战应用	42
一、施耐德 PLC 硬件安装及维护	42
二、Quantum 双机热备系统	49
三、PLC 编程软件 Unity Pro 的安装	59
四、认识 Unity Pro, 创建新项目	62
第三节 编程软件 Unity Pro 的编程基础	72
一、Unity Pro 的程序结构	72
二、Unity Pro 支持的编程语言	74
三、Unity Pro 的编程方法	85
四、Unity Pro 编程软件的类型库管理器	108
五、Unity Pro 编程软件的数据类型	111
六、调试	113
七、安全管理	119
八、通信	120
九、实用的编程技巧	123

第三篇 触摸屏

第五章 触摸屏 (HMI) 的功能和软硬件组成 131

第一节 触摸屏原理、分类和选型	131
一、触摸屏的原理	131
二、触摸屏的分类	131
三、触摸屏的基本功能及选型指标	132
第二节 触摸屏的开发软件和界面的设计过程	133
一、触摸屏应用界面的设计步骤	133
二、界面设计的方法	134
第三节 触摸屏开发软件的通用知识	135
一、项目窗口	135
二、画面	135
三、变量	136
四、控制单元的组态	137

第一节 施耐德 Vijeo-Designer 的软件介绍.....	139
一、软件功能.....	139
二、图形画面.....	140
第二节 施耐德 Vijeo-Designer 在工程项目中的实战应用	140
一、创建新项目	141
二、Vijeo-Designer 软件的应用	144
三、Vijeo-Designer 的使用技巧.....	152
四、通信.....	155
五、报警的应用.....	157
六、多媒体.....	167
七、Vijeo-Designer 项目测试与下载.....	168

第四篇 电动机与变频器

第一节 电动机的原理及分类.....	173
一、电动机的原理.....	173
二、电动机的分类.....	173
第二节 交流电动机的结构和调速方法.....	174
一、交流异步电动机.....	174
二、交流同步电动机.....	180
三、交流异步电动机与交流同步电动机的差别.....	181
第三节 变频电动机类型的选择.....	182

第一节 变频器的原理和控制方式.....	184
一、变频器的原理.....	184
二、变频器的控制方式.....	189
三、变频器的节能原理.....	201
四、变频器的选择要点.....	206
第二节 施耐德 ATV32 系列变频器的原理和应用	207
一、ATV32 系列变频器产品介绍.....	207
二、ATV32 系列变频器的安装、接线和上电.....	208
三、ATV32 系列变频器的面板操作以及菜单结构.....	212
四、ATV32 系列变频器的调试.....	213
五、典型设置.....	219

第五篇 网络通信与工程应用案例

第九章	通信和网络组态	239
一、Modbus 通信和网络组态.....	239	
二、以太网的通信和网络组态.....	249	
三、Profibus-DP 通信和组态.....	261	
第十章	工程应用的典型案例	271
第一节	ATV32 变频器与触摸屏的 Modbus 串行通信.....	271
一、软硬件配置和通信电缆的接线.....	271	
二、参数设置.....	272	
第二节	SoMove Lite 在传送带项目上的应用.....	275
一、功能实现.....	275	
二、软件配置和应用要求分析.....	275	
三、SoMove Lite 的程序实现.....	276	
第三节	变频器与 PLC 的 CANopen 通信.....	279
一、ATV32 变频器的 CANopen 应用.....	279	
二、M238 PLC 在 SoMachine 软件平台中的编程步骤.....	282	
三、程序编写的详细说明.....	284	
第四节	变频器的启动和速度控制及工程量的处理.....	286
一、远程控制变频器的启动和调速的方法.....	286	
二、本地控制变频器的启动和调速的方法.....	293	
第五节	Quantum PLC 在海水淡化项目中的应用.....	296
一、RIO 远程扩展方式.....	297	
二、模拟量输入、输出模块的编程.....	298	
三、在程序中创建 DFB 功能块.....	301	
四、在程序中使用定时器事件.....	304	
附 录		307
附录 A	国际通用标准信号.....	307
一、变送器.....	307	
二、标准信号变送器和 PLC/DCS 连接的应用方法.....	307	
三、国际通用标准电流信号与电压信号的转换.....	309	
四、远距离传输模拟信号.....	309	
附录 B	编码器.....	310
一、编码器原理、分类与输出形式.....	310	
二、编码器应用.....	311	
三、位置传感器.....	313	

附录 C 热电偶.....315

 一、热电偶的测温原理与分类.....315

 二、热电偶的应用.....316

附录 D 压力变送器.....318

 一、压力变送器的分类与测量原理.....318

 二、压力变送器的应用.....318

附录 E 差压开关.....321

 一、差压开关的测量原理.....321

 二、差压开关的应用.....321

附录 F 液位测量装置.....323

 一、液位测量装置的测量原理与分类.....323

 二、液位测量装置的应用.....324

附录 G 制动电阻.....326

附录 H 电气回路的主要元件的作用和选配.....329

 一、断路器.....329

 二、接触器.....330

 三、热继电器.....330

 四、中间继电器.....331

 五、熔断器.....333

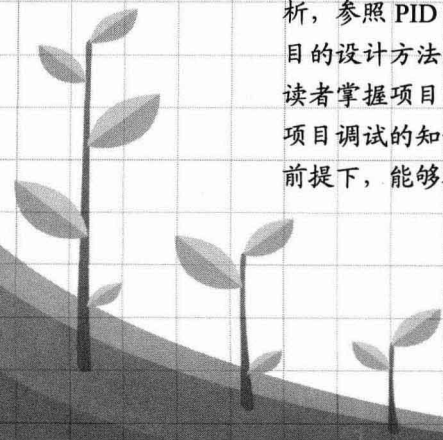
参考文献.....334

电气自动控制系统

电气自动控制系统是电气运行和电气控制的一门综合性学科，这门学科主要研究自动控制系统的基本概念和基本理论，从而掌握常用电气自动控制系统的组成和工作原理，提高技术人员的工程设计及应用的实践能力。

电气自动控制系统中的调速系统分为直流调速系统和交流调速系统。其中，直流调速系统具有调速范围宽、静差率小、稳定性好、动态特性好、调速装置简单的特点，但由于直流电动机本身的结构复杂、造价高，不适合在恶劣的环境下工作的缺点使其应用受到了很多限制。交流调速系统具有电压高、容量大、转速快和效率高的特点。所以不变速的拖动系统普遍采用交流电动机拖动系统，要求调速性能好的拖动系统既可以采用直流电动机拖动系统，也可以采用变频器或交流伺服控制器拖动的交流电动机拖动系统。

本篇通过对自动控制系统的原理和基本组成的分析，参照PID的控制功能，对自动控制技术、自动化项目的设计方法和自动控制系统调试等方面进行整合，使读者掌握项目的前期设计、中期的程序编制以及后期的项目调试的知识，在深入了解了被控对象和控制手段的前提下，能够独立设计并完成符合工艺要求的系统。



电气自动控制的基本概念和相关知识

自动控制在工业、农业、国防等方面的现代化中起着相当重要的作用，并在国民经济和国防建设的各个领域得到了广泛应用。目前，随着生活生产和科学技术的不断发展，特别是数字计算机的迅速发展和普及应用，自动控制技术已经显示出越来越重要的作用和广阔的应用前景。

自动控制就是在没有人直接参与的情况下，利用控制装置使被控制的对象自动地按照预设的规律运行。所以，自动化技术就是探索和研究实现自动化过程的方法和技术。它是涉及机械、微电子、计算机等技术领域的一门综合性技术。例如，RTO 废气燃烧炉控制系统中的压力和温度及热量回收的再利用；化工生产中胶水原料供应系统的温度和压力能够自动维持恒定不变；数控机床能够按预先排定的工艺程序自动地进行车、铣、钻、切、削、磨和刨等，加工出预期的几何形状，并自动装料和卸料；机场跟踪雷达和指挥仪所组成的飞机导航系统；运载人造地球卫星的火箭发射自动控制系统，将火箭发射到预定轨道并能准确回收等，这些都是自动控制技术的典型应用。

自动控制系统（Automatic Control Systems）是指在无人直接参与下可使生产过程或其他过程按照期望规律或预定程序进行的控制系统。自动控制的对象是系统，而系统是由相互制约的各个部分组成的具有一定功能的整体。例如，我们人类吃进去的食物在各种酶的作业下转化成的能量等就是一个生物系统；自动化生产线自动生产出的产品就是一个工程系统；在电脑屏幕上显示的股票实时行情就是一个股票交易系统等，这些都是一个系统。通常情况下，我们把能够对被控制对象的工作状态进行自动控制的系统，称为自动控制系统。

本章将详细介绍自动控制系统的原理和分类，以便读者在实际的工程实践中具有扎实的理论基础，更好地掌握自动控制的方法。

第一节 自动控制系统的原理和分类

一个自动控制系统包括控制器、传感器、变送器、执行机构、输入输出接口等几部分。控制器的输出经过输出接口、执行机构，加到被控系统上；控制系统的被控量，经过传感器、变送器通过输入接口送到控制器，这就是一个典型的自动控制系统的控制过程。

不同的控制系统，其传感器、变送器、执行机构是不一样的。比如压力控制系统要采用压力传感器，电加热控制系统采用温度传感器等，这些控制系统的电气控制元件和设备将在附录中予以介绍。

一、自动控制系统的原理

自动控制系统按控制原理的不同，分为开环控制系统和闭环控制系统。

1. 开环控制系统

在开环控制系统中，系统输出只受输入的控制，控制精度和抑制干扰的特性都比较差。开环控制系统中，基于按时序进行逻辑控制的称为顺序控制系统；由顺序控制装置、检测元件、执行机构和被控工业对象组成。在开环控制系统中，被控量不需要反送回来以形成任何闭环回路。

开环控制系统主要应用于机械、化工、物料装卸运输等过程的控制以及机械手和生产自动线。

2. 闭环控制系统

闭环控制系统是建立在反馈原理基础之上的，利用输出量同期望值的偏差对系统进行控制，可获得比较好的控制性能。闭环控制系统又称反馈控制系统。

闭环控制系统的特点是系统被控对象的输出（被控制量）会反送回来影响控制器的输出，形成一个或多个闭环。闭环控制系统有正反馈和负反馈，若反馈信号与系统给定值信号极性相反，则称为负反馈；若极性相同，则称为正反馈，一般闭环控制系统均采用负反馈，又称负反馈控制系统。闭环控制系统的例子很多。例如，在水产养殖的应用中养殖槽的水位自动控制系统，通过安装在养殖槽中的浮球阀的反馈和预先在控制器中设定的水位进行比较，从而自动控制输出来调整水位达到期望值。在农业生产的菌类种植密闭环境的恒温恒湿自动控制系统中，通过温度和湿度传感器反馈的信号与控制器中的设定值进行比较，来改变控制器的输出，使执行机构动作而控制了温度和湿度的大小达到预期效果，这些自动控制技术有着实际的应用，它们都是一个闭环控制系统。

3. 阶跃响应

阶跃响应是指将一个阶跃输入（Step Function）加到系统上时系统的输出。稳态误差是指系统的响应进入稳态后，系统的期望输出与实际输出之差。控制系统的性能可以用稳、准、快三个字来描述。“稳”是指系统的稳定性（Stability），一个系统要能正常工作，首先必须是稳定的，从阶跃响应上看应该是收敛的；“准”是指控制系统的准确性和控制精度，通常用稳态误差（Steady-state Error）描述，它表示系统输出稳态值与期望值之差；“快”是指控制系统响应的快速性，通常用上升时间来定量描述。

二、闭环与开环控制系统的比较

开环系统的优点是容易建造、结构简单、成本低和工作稳定。一般情况下，当系统控制量的变化规律能预先知道，并且，不存在外部扰动或者这些扰动能够进行抑制时，采用开环控制较好。

闭环系统的优点是采用了反馈，当系统的控制量和干扰量均无法事先预知时，或系统中元件参数不稳定时，闭环系统能够将对外扰动和系统内参数的变化引起的偏差能够自动的纠正。这样就可以采用精度不太高而成本比较低的元件组成一个精确的控制系统，而开环系统却相反，这也是开环系统的缺点，因为开环系统没有反馈，故没有纠正偏差的能力，外部扰动和系统内参数的变化将引起系统的精度降低，但从稳定性的角度看，开环系统容易解决。而闭环系统则不然，稳定性差始终是一个有待解决的关键问题。这是因为闭环系统的参数如果选择不当，就会造成系统的振荡，甚至使得系统不稳定，完全失去控制。

如果要求实现复杂而准确度较高的控制任务，则可将开环控制与闭环控制结合起来一起

应用, 组成一个比较经济而又性能较好的复合控制系统。

三、自动控制系统的分类

自动控制系统的分类方法很多, 例如, 根据系统元件特性是否线性, 可分为线性系统和非线性系统。根据元件参数是否随时间变化, 可分为时变系统和定常系统。根据系统内信号传递方式的不同而分为连续系统和断续系统。根据被调量是否存在稳态误差可分为有差系统 and 无差系统。根据被调量所遵循的运动规律, 可分为恒值系统、随动系统和程序系统。

第二节 PID 控制功能

当司机驾驶汽车时, 司机通过眼睛(反馈)观察实际路线和预期的路线是否相符, 当两者有差异(偏差)时, 司机(控制器)通过经验的判断, 转动方向盘。方向盘通过液压放大器控制汽车轮子的转向(执行机构)来控制汽车的运行方向, 使汽车的实际运行方向和预期的行驶方向基本相同, 这就是控制器的控制思路和理念。

控制系统通常采用精密的传感器测量的值作为实际输出值, 把预期的给定输出与实际输出的值作为偏差, 利用控制装置对偏差进行处理, 用处理的结果驱动执行机构工作, 通过不断地改变受控对象的状态, 来逐步减小偏差, 从而使所驱动的执行机构在工作时达到和接近预期的理想状态。

PID 是非常重要的—种控制器, 在工业生产过程中得到了广泛的应用, 一方面是由于 PID 控制器能在各种不同的工作条件下都能保持较好的工作性能; 另一方面, 也是由于 PID 的控制器功能相对简单, 使用方便。例如: 可以利用 PID 的控制原理控制风门的开度来控制风量的大小。

PID 控制器在实际应用中常常采用比例、积分、微分等基本控制规律, 或者采用这些基本控制规律的某些组合, 如比例-积分、比例-微分、比例-积分-微分等组合控制规律。

PID 中的 P (Proportional) 代表比例控制, I (Integral) 代表积分控制, D (Derivative) 代表微分控制。

PID 控制器必须确定比例增益、积分增益和微分增益这三个参数。

图 1-1 的 PID 原理图详细说明了 PID 的控制过程。

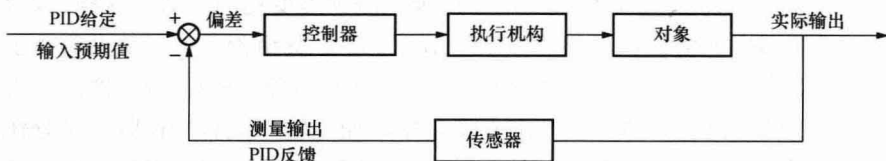


图 1-1 PID 控制原理图

一、比例 (P) 控制

比例控制是一种最简单的控制方式, 其控制器的输出与 PID 给定值与反馈值的偏差信号成比例关系。系统一旦出现偏差, 比例调节控制就立即产生调节作用以减少偏差。对于同样的偏差, 比例系数越大, 控制器的输出也越大。需要注意的是过大的比例, 会使系统的稳

定性下降，甚至造成系统的不稳定。当仅有比例控制时，一般只能减小偏差而不能消除偏差，系统输出一般存在稳态误差。

也就是说，PID 的控制功能是建立在比例 P 的基础上的，P 是负反馈控制的放大倍数，负反馈控制是放大器，放大器的输出通过反馈电路进入之后跟输入的设定值进行比较。因为是负反馈，所以它是一个差值，用这个差值来控制输出量的变化，从而达到控制的目的。

二、积分 (I) 控制

在积分控制中，控制器的输出与偏差信号的积分成正比关系。对一个自动控制系统而言，如果在进入稳态后存在稳态误差，则称这个控制系统是有稳态误差的或简称有差系统(System with Steady-state Error)。为了消除稳态误差，在控制器中必须引入“积分项”。积分项对误差取决于时间的积分，随着时间的增加，积分项会增大。这样，即便误差很小，积分项也会随着时间的增加而加大，它推动控制器的输出增大，使稳态误差进一步减小，直到等于零。加入积分调节可使系统稳定性下降，动态响应变慢。积分作用常与另两种调节规律结合，组成 PI 调节器或 PID 调节器。比例+积分 (PI) 控制器，可以使系统在进入稳态后无稳态误差。在 PID 控制中，如果负反馈控制的 P 放大的倍数太大，就会超调振荡，负反馈出来的值跟设定的信号值，这两个值的信号方向是相反的，如果说当设定值和负反馈值差不多的时候差值就会等于零，等于零后放大出来后会振荡得很厉害。而 PID 就是负反馈的改进，利用积分来一点一点加快减小静差的速度，但是有一个前提，P 要适当，当输出在有限范围内振荡，P 就可以了。而后加 I，I 加进去后一定会减小这个摆动。摆动会越来越小，最后趋于稳定。一般来讲，I 的单位如果是时间，那么时间越短，积分的控制作用越强，积分作用太强同样可导致振荡。如果是积分系数，那么一般是系数越大，积分作用越强，调试时要注意这一点。

三、微分 (D) 控制

在微分控制中，控制器的输出与偏差信号的微分（即误差的变化率）成正比关系。微分作用反映系统偏差信号的变化率，具有预见性，能预见偏差变化的趋势，因此能产生超前的控制作用，在偏差还没有形成之前，已被微分调节作用消除。因此，可以改善系统的动态性能。在微分时间选择合适情况下，可以减少超调，减少调节时间。微分作用对噪声干扰有放大作用，因此过强的加微分调节，对系统抗干扰不利。自动控制系统在克服误差的调节过程中可能会出现振荡甚至失稳。“微分项”的作用能预测误差变化的趋势，这样，具有比例+微分的控制器，就能够提前使抑制误差的控制作用等于零，甚至为负值，从而避免了被控量的严重超调。所以对有较大惯性或滞后的被控对象，比例+微分 (PD) 控制器能改善系统在调节过程中的动态特性。此外，微分反映的是变化率，而当输入没有变化时，微分作用输出为零。微分作用不能单独使用，需要与另外两种调节规律相结合，组成 PD 或 PID 控制器。在一般的控制中，微分 D 加不加都没有太大的关系。经验表明，在起动的时候如果升得太快就要加 D，D 可以抑制它一下子升上去，另外一种情况就是加了 P 和 I 的时候还是有振荡，这个时候可以适当的加点微分 D 进去。

在过程控制领域的工程应用中，既可以使用 PLC 的 PID 功能，也可以使用变频器中内置的 PID 控制器。使用变频器内置的 PID 或 PI 控制器的调节功能，在降低了设备投入成本的同时，还大大提高了生产效率。

第三节 自动控制系统的基本组成

对于任何一个控制系统来说,不论结构和工艺多么复杂,它都是由一些具有不同职能的基本元件或基本环节组成的。也就是说,任何一个自动控制系统都是由被控对象和控制器有机构成的。

一、自动控制系统的基本组成

自动控制系统根据被控对象和具体的工艺在用途上的不同,有着各种不同的结构形式。图 1-2 是一个典型自动控制系统的功能框图。图中的每一个方框,代表一个具有特定功能的元件集合。一般情况下,除被控对象以外,控制装置通常是由测量元件、比较元件、放大元件、执行机构、校正元件以及给定元件组成。这些特定的功能元件分别承担相应的不同的职能,互相协作共同完成自动控制任务。

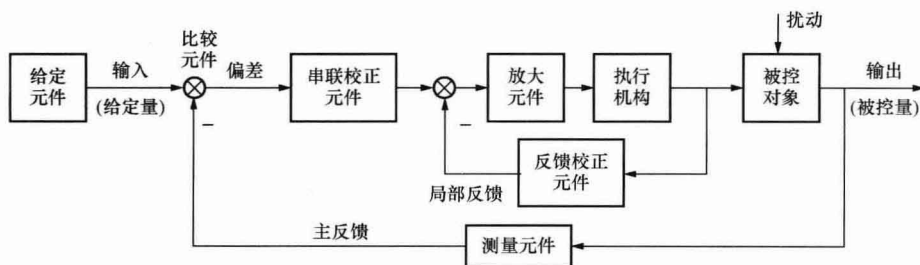


图 1-2 典型自动控制系统的功能框图

二、这些特定功能的元件的具体定义

被控对象：一般是指生产过程中需要进行控制的工作机械、装置或生产过程。描述被控对象工作状态的、需要进行控制的物理量就是被控量。例如，房间的温度和湿度、自动化生产线、高温转炉等。

给定元件：主要用于产生给定信号或控制输入信号。例如，电动机转速控制系统中的电位器，可编程控制器输出的模拟量等。

测量元件：用于检测被控量或输出量，产生反馈信号。如果测出的物理量属于非电量，一般要转换成电量以便处理。例如，温度传感器、压力变送器、液位变送器等。传感器主要有电容式、电感式、光电式、磁感应式和压阻式等。

比较元件：用来比较输入信号和反馈信号之间的偏差。它可以是一个差动电路，也可以是一个物理元件，例如电桥电路、差动放大器和自整角机等。

放大元件：用来放大偏差信号的幅值和功率，使之能够推动执行机构调节被控对象。例如功率放大器、电液伺服阀驱动放大板等。

执行机构：用于直接对被控对象进行操作，调节被控量的大小。在执行元件部分，包括电气元件、气动元件和液压元件。三种不同执行器的差别仅限于驱动方式和控制媒介的不同。执行器主要包括电动机、电缸、气缸、液压缸等。

校正元件：用来改善或提高自动控制系统的性能，常用串联或反馈的方式连接在系统中。例如 RC 网络、测速发电机等。

在实际的工程实践中，我们只要搞清楚这些特定功能元件的原理和接口等通用知识，那么在项目设计和现场调试时就会得心应手了。