

机 电 一 体 化 技 术 丛 书

机床电气 控制技术

● 鲁远栋 主编
● 俞 刚 黄雪峰 等编著

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

第2版 机械工业出版社

机床电气

控制技术

主编 王 强
副主编 王 强 王 强 王 强



机械工业出版社

机电一体化技术丛书

机床电气控制技术

鲁远栋 主 编
俞 刚 黄雪峰 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书从机床电气自动控制的应用和维修出发,把握典型机床的电气自动控制系统的应用特点,讲解了相应的自动控制理论。本书系统地介绍了常用低压电器、常用电动机的应用基础、电气控制的基本环节、典型机床的电气控制、可编程控制器、自动控制原理基础、步进电机控制、直流/交流调速等内容。

本书特点:首先,基础知识讲解透彻,介绍了电气控制的基础知识、控制原理及控制系统等;其次,本书以机电控制为主线,系统全面地介绍机床电气控制的相关知识,对于学习机床电气控制及其具体应用有很大帮助。同时为教学需要,第12章进行典型的实验指导,便于教师教学与学生实践。

本书既可作为各类高等学校工业自动化、电气工程及自动化、机电一体化的专业教材,也可供有关工程技术人员参考使用,也是广大电工和技术人员的自学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机床电气控制技术 / 鲁远栋主编. —北京:电子工业出版社, 2007.7

(机电一体化技术丛书)

ISBN 978-7-121-04605-6

I. 机… II. 鲁… III. 机床—电气控制 IV. TG502.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 090634 号

策划编辑: 范子瑜

责任编辑: 宋兆武

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.25 字数: 544 千字

印 次: 2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书是根据全国高职教育协会专业指导委员会机电一体化专业教材的编写要求编写的。本书的编写按“一条主线，两个原则”的基本要求编写。“一条主线”是指内容取舍始终围绕机床电气自动控制的应用主线，体现高职高专的应用性特点，又兼顾理论全面性进行取材。“两个原则”一是体现了以实例为核心，概念原理及元器件尽量结合图表和简单实例的原则；二是体现了以学生为主体，系统而又循序渐进地进行讲述，并兼顾从简单到复杂的原则。在本教材的编写形式、语言文字等方面，也充分考虑了学生的思维习惯，便于学生自学和复习。

本书从机床电气自动控制的应用和维修出发，把握典型机床的电气自动控制系统应用的特点并讲解了相应的自动控制理论。本书系统地介绍了常用低压电器、常用电动机的应用基础、电气控制的基本环节、典型机床的电气控制、可编程控制器、自动控制原理基础、步进电动机控制、直流与交流调速等内容。与其他同类的参考书相比，介绍理论知识更为全面，易懂。而且实验内容与理论知识配套，是一本很好的专业课辅导用书或自学参考书。

本书特点

首先，基础知识讲解透彻，介绍了电气控制的基础知识、控制原理以及控制系统等；其次，本书最大特色是以机电控制为主线，书中系统全面地介绍机床电气控制相关知识，对于学习机床电气控制的具体应用有很大帮助。同时为教学需要，精心组织了一章具有代表性的实验指导，便于教师教学与学生实践。

本书从数控机床的原理与维修出发，比较全面地分析了数控机床产生故障的原因，理论结合实际，介绍了常用的维修方法。本书注重应用，并且适用性广。

组织结构

全书共 12 章。内容包括：低压电器、三相异步电动机、直流电动机、步进电动机、电动机的基本控制环节、典型机床的电气控制、可编程控制器、自动控制原理，以及直、交流调速系统等。为了体现重在应用的原则，使学生学有所用，本书在最后一章特地用整章篇幅对学生进行实训指导。本书的附录还提供了常用电器图形符号、常用电器文字符号和专业名词中英文对照等实用资料。

读者对象

本书由浅入深、系统性强；内容翔实、实用易懂，是一本既适合作为各类高等学校工

业自动化、电气工程及自动化、机电一体化等有关专业的辅导用书，也可供有关工程技术人员参考使用，同时也是广大从事和电气控制技术专业有关的电工和技术人员一本很好的自学用书。

本书由鲁远栋担任主编，俞刚、黄雪峰等编著，其中鲁远栋编写第1~3章、第8章，黄雪峰编写第4~7章，俞刚编写第9~12章。同时参与本书编写的人员还有：邹素琼、赵秋云、赵继军、彭艺、曲辉辉、周章、蒋波、徐留旺、曹振宇、张婷、温凌霜、鲁得翠、蒋泽平、魏乐、韩翔、程小英、谭小丽、卢丽娟、李小琼、周宏、罗吉、许翔燕、陈春、张忠、方小马、黄姹英、周明、宋晶、邓勇等，在此一并表示感谢！许多好友给了我极大的支持和鼓励，他们是向婵、何邕、段春辉、闫守红、李伶俐等，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，缺点和错误在所难免，恳求读者提出宝贵意见。

为充分展现本书编写特点，帮助读者深刻理解本书编写意图与内涵，进一步提高本书的教学效率，我们建立本书使用指导联络方式，是读者与编者之间交流沟通的直通车。欢迎读者将图书使用过程中的问题与各种探讨、建议反馈给我们，本书编者会竭诚为您服务，我们的联系方式 E-mail: china_54@tom.com。同时为了方便教师教学我们还提供了本书的电子教案，相关电子教案请到华信教育资源网：www.hxedu.com.cn 下载。

编 者
2007年3月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 机床电气自动控制系统的作用及发展趋势	(2)
1.1.1 机床电气自动控制系统的作用	(2)
1.1.2 机床电气自动控制系统发展趋势	(2)
1.2 机床电气自动控制系统	(6)
1.2.1 电气控制系统的组成	(6)
1.2.2 机床电力拖动自动控制系统	(7)
1.3 课程内容要求	(8)
1.4 思考与练习	(9)
第 2 章 机床常用低压电器	(10)
2.1 低压电器的基本知识	(11)
2.1.1 低压电器的分类	(11)
2.1.2 常用低压电器	(11)
2.1.3 常用低压电器的发展	(12)
2.2 低压电器的基本结构	(13)
2.2.1 电磁机构	(13)
2.2.2 触头系统	(14)
2.2.3 灭弧系统	(15)
2.3 低压隔离器	(16)
2.3.1 低压刀开关	(17)
2.3.2 熔断式刀开关	(19)
2.3.3 组合开关	(19)
2.4 主令电器	(21)
2.4.1 控制按钮	(21)
2.4.2 行程开关	(22)
2.4.3 万能转换开关	(25)
2.4.4 主令控制器	(27)
2.5 接触器	(28)
2.5.1 接触器的结构及工作原理	(28)
2.5.2 接触器的主要技术参数	(29)
2.5.3 常用接触器的主要技术数据	(30)
2.5.4 接触器选用原则	(33)

2.6	继电器	(33)
2.6.1	电磁式继电器	(33)
2.6.2	时间继电器	(35)
2.6.3	热继电器	(39)
2.6.4	速度继电器	(42)
2.7	熔断器	(44)
2.7.1	熔断器的结构和分类	(44)
2.7.2	熔断器的主要参数	(45)
2.7.3	熔断器的类型选择	(45)
2.7.4	快速熔断器	(46)
2.8	低压断路器	(47)
2.8.1	低压断路器的结构及工作原理	(47)
2.8.2	低压断路器的常用类别	(48)
2.8.3	低压断路器的主要参数和技术数据	(49)
2.8.4	低压断路器的控制特性	(50)
2.8.5	低压断路器的选择及使用注意事项	(51)
2.9	主要电气元件故障诊断与维修	(51)
2.9.1	电磁式电器共性故障诊断与维护	(51)
2.9.2	常见电器故障诊断与维修	(53)
2.10	本章小结	(56)
2.11	思考与练习	(56)
第3章	常用电动机应用基础	(57)
3.1	直流电动机应用基础	(58)
3.1.1	直流电动机的基本结构及工作原理	(58)
3.1.2	直流电动机的基本方程	(65)
3.1.3	直流电动机的机械特性	(68)
3.1.4	直流电动机的电气控制	(71)
3.2	异步电动机应用基础	(77)
3.2.1	异步电动机的结构、类型及工作原理	(78)
3.2.2	三相异步电动机的机械特性	(84)
3.2.3	异步电动机的启动、调速以及制动控制	(91)
3.3	步进电动机	(98)
3.3.1	步进电动机的工作原理	(98)
3.3.2	步进电动机的静态指标术语	(99)
3.3.3	步进电动机的应用	(100)
3.4	本章小结	(100)
3.5	思考与练习	(100)

第 4 章 继电器-接触器控制系统的基本控制电路	(101)
4.1 控制线路的图形、文字符号及绘图原则	(102)
4.1.1 常用电器的图形符号和文字符号	(102)
4.1.2 电气控制线路原理图的绘图规则	(102)
4.1.3 电气控制图的分类	(104)
4.1.4 电气图阅读的基本方法	(105)
4.2 点动与连续控制电路	(106)
4.2.1 点动控制电路	(106)
4.2.2 电动机的长动控制电路	(106)
4.2.3 点动与连续控制电路	(107)
4.3 正/反转控制	(109)
4.3.1 倒顺转换开关正/反转控制电路	(109)
4.3.2 接触器互锁正/反转控制电路	(110)
4.4 位置控制	(111)
4.4.1 限位通电控制电路	(112)
4.4.2 限位断电控制电路	(113)
4.4.3 自动往复循环控制线路	(113)
4.5 其他控制电路	(114)
4.5.1 多点控制	(114)
4.5.2 顺序控制	(115)
4.5.3 时间控制	(115)
4.6 本章小结	(118)
4.7 思考与练习	(118)
第 5 章 直流电动机的基本控制电路	(119)
5.1 直流电动机的励磁方式	(120)
5.2 他励直流电动机的启动控制	(121)
5.2.1 他励直流电动机三端启动器减压启动电路	(121)
5.2.2 他励直流电动机时间继电器减压启动电路	(123)
5.3 直流电动机的调速控制	(123)
5.3.1 电动机调速概论	(123)
5.3.2 改变电枢电路电阻的调速	(124)
5.3.3 改变励磁磁通的调速	(125)
5.3.4 改变电源电压的调速	(127)
5.3.5 晶闸管调速系统简介	(128)
5.4 他励直流电动机正/反转控制电路	(129)
5.4.1 改变电枢电流方向的正/反转控制电路 1	(129)
5.4.2 改变电枢电流方向的正/反转控制电路 2	(130)

5.4.3	改变励磁电流方向的正/反转控制电路	(131)
5.5	直流电动机的制动控制	(132)
5.5.1	直流电动机外接电阻能耗制动控制电路	(132)
5.5.2	直流电动机接触器反接制动控制电路	(132)
5.6	直流电动机的保护	(133)
5.7	本章小结	(134)
5.8	思考与练习	(134)
第6章	三相交流异步电动机的基本控制电路	(135)
6.1	三相鼠笼式电动机的启动控制	(136)
6.1.1	直接启动控制线路	(136)
6.1.2	降压启动控制线路	(137)
6.2	三相绕线式异步电动机降压启动控制	(139)
6.3	三相异步电动机的正/反转控制线路	(142)
6.3.1	开关控制的正/反转线路	(142)
6.3.2	接触器控制的正/反转线路	(143)
6.4	三相异步电动机的制动控制线路	(144)
6.4.1	能耗制动	(144)
6.4.2	反接制动	(145)
6.5	交流电动机多地及顺序控制线路	(147)
6.5.1	多地控制线路	(147)
6.5.2	顺序控制线路	(147)
6.6	本章小结	(149)
6.7	思考与练习	(149)
第7章	典型机床电气控制	(150)
7.1	机床电气控制线路图的识读方法及步骤	(151)
7.2	CA6140 卧式车床电气控制	(153)
7.2.1	CA6140 卧式车床主要结构	(153)
7.2.2	CA6140 卧式车床的运动形式及控制要求	(153)
7.2.3	CA6140 卧式车床电气原理图分析	(154)
7.3	M7120 型平面磨床电气控制	(155)
7.3.1	M7130 型平面磨床主要结构	(156)
7.3.2	M7120 型平面磨床的运动形式及控制要求	(156)
7.3.3	M7120 型平面磨床的电气原理图分析	(158)
7.4	Z3040 摇臂钻床电气控制	(162)
7.4.1	Z3040 摇臂钻床主要结构	(162)
7.4.2	Z3040 摇臂钻床的运动形式及控制要求	(163)
7.4.3	Z3040 摇臂钻床电气原理图分析	(164)

7.5	X62W 万能升降台铣床电气控制线路	(167)
7.5.1	X62W 铣床主要结构	(167)
7.5.2	X62W 铣床的运动形式	(168)
7.5.3	X62W 铣床电气原理图分析	(169)
7.6	T68 卧式镗床电气控制	(172)
7.6.1	T68 卧式镗床主要结构	(173)
7.6.2	T68 卧式镗床的运动形式及控制要求	(173)
7.6.3	T68 卧式镗床电气原理图分析	(174)
7.7	组合机床电气控制	(180)
7.7.1	工作情况	(180)
7.7.2	主电路及控制电路	(182)
7.7.3	自动工作循环电路	(183)
7.7.4	辅助电路	(187)
7.8	本章小结	(187)
7.9	思考与练习	(187)
第 8 章	可编程控制器及其应用	(189)
8.1	可编程控制器的概述	(190)
8.1.1	PLC 的定义	(190)
8.1.2	PLC 的产生和发展	(190)
8.1.3	PLC 的特点和应用	(192)
8.1.4	PLC 的分类	(194)
8.2	可编程控制器的组成及工作原理	(196)
8.2.1	PLC 的基本组成	(196)
8.2.2	可编程控制器的工作原理	(200)
8.3	可编程控制器的指令系统	(202)
8.3.1	可编程控制器的编程语言	(203)
8.3.2	可编程控制器的基本指令	(204)
8.3.3	可编程控制器的功能指令	(216)
8.3.4	逻辑运算指令	(219)
8.3.5	传送指令	(221)
8.3.6	移位和循环移位指令	(222)
8.3.7	数据转换指令	(224)
8.3.8	编码和译码指令	(225)
8.4	可编程控制器的程序设计	(226)
8.4.1	软件设计概述	(226)
8.4.2	梯形图和语句表编程简介	(228)
8.4.3	简单程序编制	(230)

8.5	本章小结	(234)
8.6	思考与练习	(234)
第9章	直流调速系统	(235)
9.1	直流调速系统概述	(236)
9.1.1	调速的定义	(236)
9.1.2	直流电动机的调速	(238)
9.2	单闭环直流调速系统	(240)
9.3	双闭环直流调速系统	(242)
9.3.1	系统的组成	(242)
9.3.2	系统的静特性	(242)
9.3.3	系统的动态特性	(243)
9.4	可逆直流调速系统	(245)
9.4.1	有环流可逆直流调速系统	(245)
9.4.2	逻辑控制的无环流可逆调速系统	(246)
9.5	直流脉宽调速系统	(246)
9.6	本章小结	(248)
9.7	思考与练习	(249)
第10章	交流调速系统	(250)
10.1	变频调速的理论依据	(251)
10.2	变频器工作原理及分类	(251)
10.2.1	变频器组成	(252)
10.2.2	变频器工作原理	(252)
10.2.3	变频器分类	(253)
10.2.4	变频器参数	(257)
10.3	异步电动机变频调速系统	(259)
10.3.1	基频以下调速	(259)
10.3.2	基频以上调速	(261)
10.4	交流伺服电动机驱动模块及其应用	(263)
10.5	本章小结	(267)
10.6	思考与练习	(267)
第11章	自动控制基础	(268)
11.1	概述	(269)
11.1.1	自动控制的基本概念	(269)
11.1.2	自动控制系统的基本组成及控制方式	(270)
11.2	自动控制系统性能及评价	(270)
11.2.1	基本要求	(271)

11.2.2	性能指标	(271)
11.3	控制系统的数学模型	(272)
11.3.1	建立系统微分方程的一般步骤	(273)
11.3.2	传递函数	(273)
11.3.3	动态结构图	(274)
11.4	控制系统时域分析	(279)
11.4.1	典型输入信号	(279)
11.4.2	一阶系统分析	(281)
11.4.3	二阶系统分析	(283)
11.4.4	分析举例	(285)
11.5	本章小结	(286)
11.6	思考与练习	(286)
第 12 章	机床电气控制的实践环节	(289)
12.1	基本实验	(290)
12.1.1	低压电器的认识实验	(290)
12.1.2	三相异步电动机 Y— Δ 降压启动及正/反转控制	(292)
12.1.3	三相异步电动机能耗制动控制	(293)
12.1.4	三相异步电动机变频调速控制	(294)
12.1.5	直流电动机的调速实验	(295)
12.1.6	可编程控制器的控制实验	(297)
12.1.7	步进电动机的调速控制实验	(298)
12.2	三相异步电动机的基本拆装实习	(299)
12.2.1	异步电动机的拆卸	(299)
12.2.2	电动机的装配	(300)
12.3	机床电气控制的综合设计部分	(300)
12.3.1	典型机床电气控制实验	(300)
12.3.2	低压电器控制设计	(302)
12.3.3	用可编程控制器对异步电动机可逆运行控制实验	(302)
12.3.4	利用可编程控制器设计抢答器	(304)
12.3.5	人行道按钮控制交通灯程序设计实验	(307)
附录 A	常用电器图形符号	(309)
附录 B	常用电器文字符号	(314)
附录 C	《机床电气控制技术》专业词汇中英文对照	(316)
参考文献		(325)

Chapter 1

第1章 绪论

知识点

- 机床电气自动控制系统的作用
- 机床电气自动控制系统的发展趋势
- 电气控制系统的组成
- 机床电力拖动自动控制系统

本章导读

机床电气控制经历了一系列的发展阶段，如今到了比较完善和发达的阶段。了解机床电气控制的基本内容及发展概况，对学习机床电气控制课程有很大帮助，在开始学习机床电气控制原理之前，本章内容的介绍是让读者有一个整体上的把握和了解。

1.1 机床电气自动控制系统的作用及发展趋势

在数控机床高度发展的今天,机床电气控制程度越来越高,因此机床电气控制的地位与作用也日益重要。机床电气自动控制的发展与电力拖动及电气自动控制的发展紧密相连。

1.1.1 机床电气自动控制系统的作用

过去,生产机械由工作机构、传动机构、原动机三部分组成。自从电气元件与计算机应用在机械上后,现代化生产机械已包含第四个组成部分:以电气为主的自动控制系统,它使机器的性能不断提高,使工作机构、传动机构的结构大为简化。

机床经过一百多年的发展,结构不断改进,性能不断提高,在很大程度上取决于电力拖动与电气控制系统的更新。电力拖动在速度调节方面具有无可比拟的优越性和发展前途,采用直流或交流无级调速电动机驱动机床,使结构复杂的变速箱变得十分简单,简化了机床结构,提高了效率和刚度,也提高了精度。近年研制成功并用于数控车床、铣床、加工中心机床的电动机——主轴部件,是将交流电动机转子直接安装在主轴上,使其具有宽广的无级调速范围,且振动和噪声均较小。它完全代替了主轴变速齿轮箱,对机床结构与传动将产生革命性影响。

机床的控制任务是实现对主轴转速和进给量的控制,有时还要完成保护、冷却、照明等系统的控制。机床的电气自动控制系统就是用电气手段为机床提供动力。并实现上述控制任务的系统。

人们总是把电动机、传动机构以及工作机构视为电力拖动部分,把为满足加工工艺要求,实现各个电动机的启动、制动、反转、调速的控制部分称为电气自动控制部分。

现代化机床在电气自动控制方面综合应用了许多先进的科学技术成果,如计算技术、电子技术、自动控制理论、精密测量技术、传感技术等,特别是当今信息时代,微型计算机已广泛用于各行各业,机床是最早应用电子计算机的设备之一,早在 20 世纪 40 年代末期,电子计算机与机床有机的结合产生了新型机床——数控机床,现在价廉可靠的微机在机床行业中的应用日益广泛,由微机控制的数控机床与数显装置越来越多地在中国各类工厂中获得使用和推广。这些新的科学技术的应用,使机床电气设备不断实现现代化,从而提高了机床自动化程度和机床加工效率,扩大了工艺范围,缩短了新产品试制周期,加速产品更新换代。现代化机床还可提高产品加工质量,减少工人劳动强度,降低产品成本等。近 20 年来出现的各种机电一体化产品、数控机床、机器人、柔性制造单元及系统等均是机床电气设备实现现代化的成果,总之,电气自动控制在机床中占有极其重要的地位。

1.1.2 机床电气自动控制系统发展趋势

机床电气自动控制的发展与电力拖动和电气自动控制的发展紧密相联。

1. 机床电力拖动的发展与分类

20 世纪初期, 由于发明了电动机, 使得机床的拖动也发生了根本性的变革, 用电动机代替了蒸汽机。随着电动机的发展, 机床的电力拖动也步入了一个崭新的时代。

(1) 成组拖动

19 世纪末, 交、直流电动机相继出现, 最初是由电动机直接代替蒸汽机, 即由一台电动机拖动一组机床, 称为成组拖动。一台电动机经天轴 (或地轴) 由皮带传动给若干台机床工作。由于这种方式存在传动路线长、效率低、结构复杂、生产灵活性小、工作中极不安全等缺点, 目前已被淘汰。

(2) 单电动机拖动

20 世纪 20 年代, 出现了单独拖动形式, 即由一台电动机拖动一台机床, 称为单电动机拖动。一台电动机拖动一台机床, 较之成组拖动简化了传动机构, 缩短了传动路径, 降低了能量传递中的损失, 提高了传动效率, 同时也充分利用电动机的调速性能, 并易于实现自动控制。至今中小型机床仍有采用单电动机拖动的。

(3) 多电动机拖动

由于生产的发展, 机床的运动要求增多, 机床在结构上有所改变, 随着机床自动化程度的提高和重型机床的发展, 机床的相关技术要求提高, 出现了采用多台电动机驱动一台机床 (如铣床)、十余台电动机驱动一台重型机床 (如龙门刨床) 的拖动方式, 这样缩短了机床的传动链, 实现了各工作部件运动的自动化。当前重型机床、组合机床、数控机床、自动线等均采用多电动机拖动的方式。

采用多电动机拖动以后, 不但简化了机床的机械结构, 提高了传动效率, 各运动部件还能选择最合理的运动速度, 缩短了加工时间, 而且便于分别控制, 易于实现各运动部件的自动化, 提高机床整体的自动化程度。多电动机拖动已经成为现代机床基本的拖动方式。

(4) 直/交流无级调速

由于电气无级调速具有可灵活选择最佳切削用量和简化机械传动结构等优点, 20 世纪 30 年代出现了交、直流电动机无级调速, 其中直流电动机无级调速系统至今还在重型机床上应用。20 世纪 60 年代以后, 大功率晶闸管的问世和变流技术的发展, 又出现了晶闸管直流电动机无级调速系统, 它较之前者, 具有效率高、动态响应快、占地面积小等优点。当前在数控机床、磨床及仿形等机床中已得到广泛应用。由于逆变技术的出现和高压大功率管的问世, 20 世纪 80 年代以来交流电动机无级调速系统有了迅速发展, 它利用改变交流电的频率等来实现电动机转速的无级调速。交流电动机无电刷与换向器, 较之直流电动机易于维护且寿命长, 是将来的主要发展方向。

2. 机床电气控制系统的分类

在机床调速控制技术的发展过程中, 电气控制技术也由手动方式逐步向自动控制方式发展。

(1) 逻辑控制系统

逻辑控制系统又称开关量或断续控制系统。逻辑代数是理论基础, 采用具有两个稳定

工作状态的各种电器和电子器件构成各种逻辑控制系统,按自动化程度的不同可分为:手动控制、自动控制两种。

- 手动控制

在电气控制的初期,大多采用电气开关对机床电动机的启动、停止、反向等进行手动控制,现在砂轮机、台钻等动作简单的小型机床仍在采用。

- 自动控制

按其控制原理与采用电气元件的不同又可分为如下几类。

继电器接触器自动控制系统:多数通用机床至今仍采用继电器、接触器、按钮开关等电气元件组成的自动控制系统。因它具有直观、易掌握、易维护等优点,但功耗大、体积大,并且改变控制工作循环较为困难,如果要改变,需重新设计电路。

顺序控制器控制:由集成电路组成的顺序控制器具有程序变更容易、程序存储量大、通用性强等优点,广泛用于组合机床、自动线等。20世纪60年代末,又出现了具有运算功能和较大功率输出能力的可编程控制器,它是由大规模集成电路、电子开关、晶闸管等组成的专用微型电子计算机,用它可代替大量的继电器,且功耗小、重量轻,在机床上具有广阔的应用前景。

可编程控制器控制:随着计算机技术的发展,又出现了以微型计算机为基础的,具有编程、存储、逻辑控制及数字运算功能的可编程控制器 PLC。PLC 的设计以工业控制为目标,接线简单、通用性强、编程简易、抗干扰能力强、工作可靠。它一问世即以强大的生命力,大面积地占领传统的控制领域,PLC 的发展方式之一是微型、简易、价廉,以图取代传统的继电器控制;而它的另一个发展方向是大容量、高速、高性能,对大规模复杂控制系统进行综合控制。

数字控制:20世纪40年代末,为了适应中、小批量机械加工生产自动化的需要,应用电子技术、计算技术、现代控制理论、精密测量等现代科学成就,研制成了数控机床,它是由电子计算机按照预先编好的程序,对机床实行自动化的数字控制。数控机床既有专用机床生产率高的优点,又兼有通用机床工艺范围广,使用灵活的特点,并且还具有能自动加工复杂的成形表面,精度高等优点,因而它具有强大的生命力,发展前景广阔。

数控机床的控制系统,最初是由硬件逻辑电路构成的专用数控装置 NC,但其成本昂贵,工作可靠性差,逻辑功能固定。随着电子计算机的发展,又出现了 DNC(Direct numerical control)、CNC(computer numerical control)、MNC(Micro—computer numerical control)、AC(Adaptive control)等数控系统。

(2) 连续控制系统

对物理量(如电压、转速等)进行连续自动控制的系统,又称模拟控制系统,这类系统一般具有负反馈的闭环控制系统。常伴有功率放大的特点,且精度高、功率大、抗干扰能力强。例如直流电动机驱动机床主轴实现无级调速的系统,交、直流伺服电动机拖动数控机床进给机构和工业机器人的系统均属连续控制系统。

(3) 混合控制系统

同时采用数字控制和模拟控制的系统称为混合控制系统,数控机床、机器人的控制驱动系统多属于这类控制系统,数控机床由数字电子计算机进行控制,通过数模转换器和功