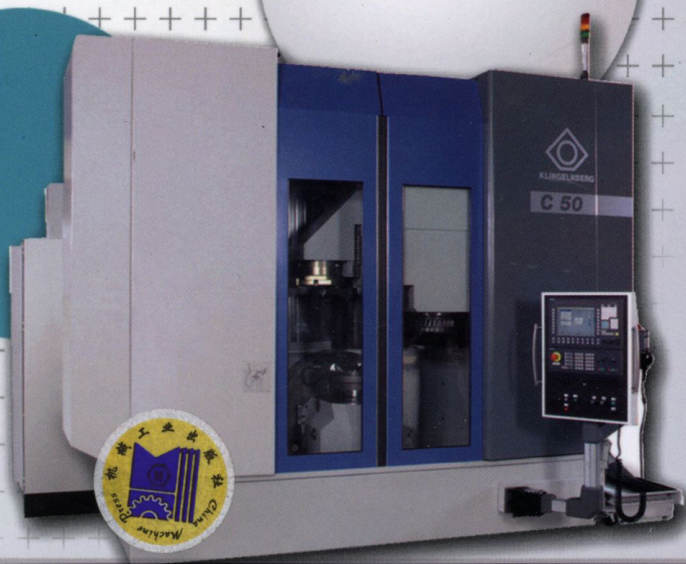




机床电气PLC编程

方法与实例

高安邦 高家宏 孙定霞 主编



机械工程技术人员必备技术丛书

机床电气 PLC 编程 方法与实例

主编 高安邦 高家宏 孙定霞
参编 沈 洋 佟 星 郜普艳
石 磊 张晓辉 陈 武 审



机械工业出版社

榜样的力量是无穷尽的,编程方法能提供正确途径、妙招、窍门和技巧;设计实例能提供示范和样板,给人以引导和启迪。本书从实用的角度出发,着重介绍了机床电气 PLC 编程实用方法与应用实例。其宗旨是抛砖引玉、举一反三,引领和指导机床设计人员在初步掌握 PLC 技术的基础上,与时俱进,不断自主创新,真枪实弹地设计出机床 PLC 技术改造和创新应用的更多精品来。

全书共分 6 章,内容包括机床电气 PLC 编程的基本概念;机床电气 PLC 编程应用基础;机床电气 PLC 编程实用方法;用翻译法进行机床电气 PLC 编程的实例;用顺序功能图设计法进行机床电气 PLC 编程的实例;全自动钢管表面除锈机 PLC 控制系统工程应用编程。

本书内容翔实,阐述清晰透彻,可读性好,实用性强。本书可作为机床设计人员学用 PLC 技术的实用指导书,也可作为大学/专科院校相关专业本/专科师生的实用教材和学用参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机床电气 PLC 编程方法与实例/高安邦,高家宏,
孙定霞主编. —北京:机械工业出版社,2014.6
(机械工程技术人员必备技术丛书)
ISBN 978-7-111-46572-0

I. ①机… II. ①高…②高…③孙… III. ①机床 -
电气控制②plc 技术 IV. ①TG502.35②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 087685 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:黄丽梅 责任编辑:黄丽梅 张元生

版式设计:赵颖喆 责任校对:刘秀丽

封面设计:陈沛 责任印制:刘岚

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 7 月第 1 版 · 第 1 次印刷

169mm × 239mm · 25 印张 · 608 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-46572-0

定价:68.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

序

2008年5月22日国家人社部函〔2008〕65号公布了包括我校在内的第一批国家高技能人才培养示范基地名单（全国计92所）。其宗旨就是充分发挥企业和职业院校在高技能人才培养工作中的作用，加快培养速度，扩大培养规模，逐步建立一支与我国经济社会发展相适应的高技能人才队伍。所谓高技能人才，即是在生产、运输和服务等领域岗位一线，熟练掌握专门知识和技术，具备精湛的操作技能，并在工作实践中能够解决关键技术和工艺的操作性难题的人员。在大力倡导提升企业自主创新能力、建设创新型国家的大时代背景之下，更快地培训高技能人才，被视为我国提升国家核心竞争力的重大战略举措。

在我国现阶段，人们常把决策管理层劳动者称为“白领”；把操作执行层劳动者称为“蓝领”；高技能型人才则是介于决策管理层和操作执行层之间的技能水平较高的人才，俗称“银领”。高技能人才应具备以下五个方面的能力：有必要的理论知识；有丰富的实践经验；有较强的动手操作能力并能够解决生产实际操作难题；有创新能力；有良好的职业道德。因此，高技能型人才的素质表现为以下三个方面，第一是职业技能，保证高技能型人才在既定的工作岗位上胜任工作。第二是职场应变能力，能适时应对职场要求变化的能力。第三是专业创新能力，不断发现现存事物的缺陷，具有创造性地解决问题的能力；根据工作的需要提出创造性的设想的能力，并能够具体实践、操作和开发；进一步扩大知识面，以适应其创新的各种要求的能力。具备了这一层次的高素质，就可使高技能型人才在职业生涯中工作能力得到更大提升，并把握创业的机会，实现由单纯谋职到自身事业获得发展的重大转折。

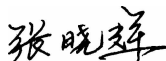
要培养造就这样的高技能创新人才，就需要与时俱进，结合市场、教学、学生实际和“四新”（新技术、新设备、新工艺、新材料）应用，开发新技术的实用教材和著作，适时调整教学内容和方案，满足新时代发展的要求，保持现代教育教学的先进性和前瞻性。我校高安邦特聘教授主持编写的《机床电气PLC编程方法与实例》就是这样一部针对当代高新技术的实用新书。它以排在现代工业生产自动化四大支柱之首位的PLC技术为抓手；以如何更深层次地应用PLC技术、如何在机床改造和创新研发等工程实践中进行PLC的更深入应用、更充分地利用PLC产品丰富的内部资源完成复杂项目的开发等不断困扰着相关技术人员采用PLC技术进行工程项目开发的生产技术难题为主线；以“授人以渔”的方法，帮助读者真正掌握PLC产品的基础知识和各种实用开发技

术，解决在实际工程项目开发过程中所遇到的各种困扰，从而更快、更好地完成各种实际项目的开发和设计。

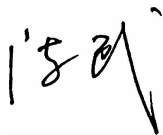
榜样的力量是无穷尽的，编程方法能提供正确途径、妙招、窍门和技巧；设计实例能提供示范和样板，给人以引导和启迪。该书内容翔实，阐述清晰透彻，可读性好，实用性强。我们衷心祝贺这部新作的出版，希望它能为我国机床的 PLC 编程应用、推动高技能人才的培养以及我国职业教育的蓬勃发展和崛起腾飞发挥作用，也为我院的改革建设和创新发展添砖加瓦，并写下浓墨重彩的一笔。



国家级重点技工学校/国家中等职业技术学校教改发展示范建设学校/
国家高技能人才培养示范基地/海南省三亚高级技工学校/
中国技工院校杰出校长/高级讲师/硕士



海南省三亚高级技工学校副校长/电气高级讲师/高级技师/高级考评员
(荣获 2012 年第十一届国家技能人才教育突出贡献奖)



海南省三亚高级技工学校副校长/高级讲师

前 言

长期以来我国机床的质量、可靠性和稳定性方面尚与国际水平有一定差距。目前，中国已成为世界机床竞争的“主战场”，今后，中国工业化发展对先进机床的需求无疑将越来越高。作为机械装备的母机，机床制造业的发展主要来源于其下游产业的推动。机床行业下游产业主要有造船、工程机械、航空航天、汽车、铁路、电力设备、风电设备、动力设备、制冷设备和石化设备等。我国在这些下游产业的发展中已迈居世界前列（如造船业已超韩国位居世界第一），持续为下游产业提供机械装备的机床行业，面对当前国内外的行业状况，既面临严重挑战更是跨越式发展的大好机遇。

PLC 是一种新型的具有极高可靠性的通用工业自动化控制装置。它以微处理器为核心，有机地将计算机技术、微电子技术、自动化控制技术及通信技术融汇为一体。它可以取代传统的“继电器-接触器”控制系统实现逻辑控制、顺序控制、定时、计数等各种功能，大型高档 PLC 还能像微型计算机那样进行数字运算、数据处理、模拟量调节以及联网通信等。它具有高可靠性、灵活通用、编程简单、使用方便、控制能力强、易于扩展等优点，是当今工业控制的主要手段和重要的自动化控制设备，已广泛应用于机床、机械制造、冶金、采矿、建材、石油、化工、汽车、电力、造纸、纺织、装卸、环境保护等各行各业，并已在全球形成强大的产业市场，分别超过了 DCS、智能控制仪表、IPC 等工业控制设备的市场份额。可以说，到目前为止，无论从可靠性上，还是从应用领域的广度和深度上，还没有任何一种控制设备能够与 PLC 相媲美。在工业控制领域，PLC 技术与数控技术、CAD/CAM 以及机器人技术是现代工业生产自动化的四大支柱，并跃居首位。尤其在机电一体化产品中的应用更是越来越广泛，已成为改造和研发现代机床等机电一体化产品最理想的首选控制器，其应用的深度和广度也代表了一个国家工业现代化的先进程度。随着中国日趋成为世界的加工中心，各类加工基地的建设，生产线、加工设备和加工中心的启用，PLC 工程控制系统的应用还将进一步扩大。因此，学习 PLC 系统的意义十分重大，用好 PLC 的意义更为深远，学习并使用 PLC 技术来实现对现代机床等设备的稳定可靠控制、提升产品的竞争力，已成为目前推动这一技术发展的主要驱动力，也是当今机电类学生和岗位技术工人必须要掌握的一项岗位技能。

随着 PLC 技术的广泛应用，如何更深层次地应用 PLC 技术，在机床改造和创新研发等工程实践中进行 PLC 的更深入的应用，更充分地利用 PLC 产品丰富

的内部资源完成复杂项目的开发等问题不断困扰着采用 PLC 技术进行工程项目开发的相关人员。因此,如何帮助广大高校师生、工程技术人员迅速解决上述难题已然成为一个亟待解决的问题。目前,解决这些问题的重要手段就是在源头上多下工夫。比如,编写一些高质量的实用科技图书,以“授人以渔”的方法,帮助读者真正掌握 PLC 产品的基础知识和各种实用开发技术,解决在实际工程项目开发过程中所遇到的各种困扰,从而更快、更好地完成各种实际项目的开发和设计。本书的编写正是受机械工业出版社策划编辑之托,主要面对的读者对象是中等程度的工程技术人员,这些人了解机床电气控制的基本原理,但是缺少 PLC 编程的实战经验,策划本书的目的就是想通过本书的阅读,在熟悉基本理论的基础上,能提高他们的方法论,并且通过一些编程实例的解析,让他们掌握这些方法。因此,本书编写的重点就是方法和实例。

该书由荣获了 2012 年第 11 届全国技能人才培育突出贡献奖的三亚高级技工学校负责编写。该书的编写是我校创建国家级重点技工学校/国家中等职业教育改革发展示范建设学校/国家高技能人才培养示范基地的标志性成果之一,也是我校“十二五”发展规划所确定的提高我校职业技能人才培养质量,提升学校整体水平,完成我校从硬件建设到软环境建设的转变,学生从量到质的转变,教师从适应、提高逐步发展成为研究型教师的转变,最终使学校完成从名气到名牌的转变,打造三亚职业教育的“航母”、升格申办三亚技师学院和三亚职业技术学院之急需。本书的编写,既是编者多年来从事教学研究和科研开发实践经验的概括和总结,又博采目前各教材和著作的精华。参加本书编写工作的有高安邦教授(本书策划、选题、立项、制定编写大纲、前言、第 1 章、参考文献等)、高家宏高级讲师(第 2 章)、孙定霞高级讲师(第 4 章)、沈洋讲师(第 3 章)、佟星高级技师(第 5 章)、郜普艳讲师(第 6 章)。全书由海南省三亚高级技工学校特聘教授/哈尔滨理工大学教授/硕士生导师高安邦主持编写和负责统稿;聘请了曾荣获全国职业教育突出贡献奖及中国技工院校杰出校长称号的海南省三亚高级技工学校校长石磊高级讲师/硕士、荣获 2012 年第 11 届全国技能人才培育突出贡献奖的副校长张晓辉高级讲师/高级技师/高级考评员/国家级技能大师、副校长陈武高级讲师进行审稿,他们对本书的编写提供了大力支持,并提出了最宝贵的编写意见;硕士学位研究生:杨帅、薛岚、陈银燕、关士岩、刘晓艳、毕洁廷、姚薇、王玲、朱静、裴立云、朱绍胜、于建明、居海清、蒋继红、吴会琴、陈玉华、卢志珍、刘业亮、张守峰、丁艳玲、张月平、张广川、尹朝辉等为本书做了大量的辅助性工作;在此表示最衷心的感谢!该书的编写得到了三亚高级技工学校和哈尔滨理工大学的大力支持,在此也表示最真诚的感激之意!任何一本新书的出版都是在认真总结和引用前人知识和智慧的基础上创新发展起来的,本书的编写无疑也参考和引用了许多前人优秀教

材与研究成果的结晶和精华。在此向本书所参考和引用的资料、文献、教材和专著的编著者表示最诚挚的敬意和感谢!

鉴于 PLC 目前还是处在不断发展和完善过程中的高新技术,其应用的领域十分广泛,现场条件千变万化,控制方案多种多样,只有熟练掌握好 PLC 的技术,并经过丰富的现场工程实践才能将 PLC 用熟用透用活,做出高质量的工程应用设计;限于编者的水平和经验,书中错误、疏漏和不妥之处在所难免,恳请各位读者和专家不吝批评、指正,以便今后更好地修订、完善和提高。

编 者

目 录

序

前言

第 1 章 机床电气 PLC 编程的基本概念	1
1.1 机床的电气控制	1
1.2 机床电气控制系统设计的基本内容和一般原则	2
1.2.1 机床电气控制系统设计的基本内容	2
1.2.2 机床电气控制线路设计的一般原则	4
1.3 机床电气控制方案确定原则和电动机的选择	8
1.3.1 确定机床拖动方式	8
1.3.2 选择传动电动机	9
1.4 机床电气控制线路的经验设计法和逻辑分析设计法	10
1.4.1 经验设计法	10
1.4.2 逻辑分析设计法	11
1.5 机床电气控制系统的工艺设计	12
1.5.1 机床电气设备总体配置设计	12
1.5.2 机床电气元件布置图的设计及电气部件接线图的绘制	13
1.5.3 清单汇总和说明书的编写	14
1.6 机床电气 PLC 控制系统的设计	14
1.6.1 机床电气 PLC 控制系统设计的基本内容	15
1.6.2 机床电气 PLC 控制系统设计的一般步骤	16
第 2 章 机床电气 PLC 编程应用基础	18
2.1 日本三菱公司 FX _{2N} 系列 PLC 的硬、软件资源	18
2.1.1 日本三菱公司 FX _{2N} 系列 PLC 的硬件资源列表	18
2.1.2 日本三菱公司 FX _{2N} 系列 PLC 的软件资源列表	22
2.2 德国西门子公司 S7-200 系列 PLC 的硬、软件资源	30
2.2.1 德国西门子公司 S7-200 系列 PLC 的硬件资源列表	31
2.2.2 德国西门子公司 S7-200 系列 PLC 的软件资源列表	36
2.3 日本 OMRON 公司小型 PLC 的硬、软件资源	56
2.3.1 日本 OMRON 公司 PLC 简介	56
2.3.2 日本 OMRON 公司 CPM1A 系列小型 PLC 的硬件资源列表	58
2.3.3 日本 OMRON 公司小型 PLC 的软件指令系统列表	62
2.4 法国施耐德公司的 Twido 系列 PLC 的硬、软件资源	69
2.4.1 法国施耐德公司 Twido 系列 PLC 简介	69
2.4.2 法国施耐德公司 Twido 系列 PLC 基本指令编程应用	73

2.4.3 法国施耐德公司 Twido 系统 PLC 开发应用常用列表	82
2.5 机床电气 PLC 编程所应用的编程器或编程工具软件	93
2.5.1 从程序输入到程序运行的基本流程	93
2.5.2 图形编程器主要功能及常用编程软件的使用说明	93
第3章 机床电气 PLC 编程实用方法	96
3.1 机床电气 PLC 编程的经验设计法	96
3.1.1 经验设计法编程常用的基本电路环节	97
3.1.2 经验设计法的简单编程举例	117
3.2 机床电气 PLC 编程的电气控制线路转换设计法（翻译法）	118
3.2.1 转换设计法编程的一般步骤	118
3.2.2 转换设计法编程的注意事项	119
3.2.3 转换设计法编程的简单举例	120
3.3 机床电气 PLC 编程的逻辑设计法	121
3.3.1 逻辑函数和运算形式与 PLC 梯形图、指令语句的对应关系	121
3.3.2 逻辑设计法编程的一般步骤	122
3.3.3 逻辑设计法编程的简单举例	123
3.4 机床电气 PLC 编程的顺序功能图设计法	125
3.4.1 顺序功能图设计法编程概述	125
3.4.2 顺序功能图的三大要素	126
3.4.3 顺序功能图的基本结构	129
3.4.4 PLC 的步进顺序控制指令与编程	130
3.4.5 顺序功能图中转换实现的基本规则	134
3.4.6 顺序功能图设计法常用三种编程方法的应用举例	136
第4章 用翻译法进行机床电气 PLC 编程的实例	143
4.1 CA6140 小型普通车床的 PLC 控制编程实例	143
4.1.1 CA6140 小型普通车床的结构组成和主要运动	143
4.1.2 CA6140 小型普通车床的电气控制	144
4.1.3 CA6140 小型普通车床的 PLC 控制改造编程	146
4.1.4 PLC 控制的工作过程分析	147
4.2 C650 中型普通车床的 PLC 控制编程实例	148
4.2.1 C650 中型普通车床的结构组成和主要运动	148
4.2.2 C650 中型普通车床的电气控制电路	149
4.2.3 C650 中型普通车床的 PLC 控制改造编程	151
4.2.4 PLC 控制的工作过程分析	152
4.3 Z3040 摇臂钻床的 PLC 控制编程实例	155
4.3.1 Z3040 摇臂钻床的结构组成和主要运动	155
4.3.2 Z3040 摇臂钻床的电气控制	156
4.3.3 Z3040 摇臂钻床的 PLC 控制改造编程	158
4.3.4 PLC 控制的工作过程分析	160

4.4	M7475 型立轴圆台平面磨床的 PLC 控制编程实例	161
4.4.1	M7475 型立轴圆台平面磨床的结构组成和主要运动	162
4.4.2	M7475 型立轴圆台平面磨床的电气控制	163
4.4.3	M7475 型立轴圆台平面磨床的 PLC 控制改造编程	166
4.5	T610 型卧式镗床的 PLC 控制编程实例	169
4.5.1	T610 型卧式镗床的结构组成和主要运动	169
4.5.2	T610 型卧式镗床的电气控制	170
4.5.3	T610 型卧式镗床的 PLC 控制改造编程	184
4.6	B2012A 型龙门刨床的 PLC 控制编程实例	191
4.6.1	B2012A 型龙门刨床的结构组成和主要运动	191
4.6.2	B2012A 型龙门刨床的电气控制	193
4.6.3	B2012A 型龙门刨床 PLC 控制改造编程	199
4.7	双面单工液压传动组合机床的电气 PLC 控制编程	203
4.7.1	组合机床的结构组成和工作特点	204
4.7.2	双面单工液压传动组合机床的电气控制	205
4.7.3	双面单工液压传动组合机床 PLC 控制编程	207
4.8	PLC 在数控机床中的工程应用编程	209
4.8.1	数控机床中 PLC 的主要功能	209
4.8.2	PLC 与机床之间的信号处理过程	210
4.8.3	数控机床中 PLC 控制程序的编制	211
4.8.4	钻床精度的 PLC 控制编程	214
第 5 章	用顺序功能图设计法进行机床电气 PLC 编程的实例	221
5.1	用西门子 S7-200 系列 PLC 进行双面钻孔组合机床电气 PLC 控制编程的实例	221
5.1.1	双面钻孔组合机床的工作流程及控制要求	221
5.1.2	双面钻孔组合机床电气控制主电路	222
5.1.3	双面钻孔组合机床 PLC 控制编程	223
5.2	用西门子 S7-200 系列 PLC 进行搬运机械手电气 PLC 控制编程的实例	227
5.2.1	单工况下的搬运机械手 PLC 控制编程	227
5.2.2	多工况下的搬运机械手 PLC 控制编程	230
5.3	用三菱 F 系列 PLC 进行搬运机械手电气 PLC 控制编程的实例	242
5.3.1	机械手搬运工件的生产工艺过程分析	242
5.3.2	PLC 的 I/O 接点地址分配	243
5.3.3	PLC 控制的用户程序编制	243
5.4	用三菱 F 系列 PLC 进行某龙门钻床电气 PLC 控制编程的实例	247
5.4.1	某龙门钻床简化结构示意图和工艺说明	247
5.4.2	龙门钻床工艺过程功能表图	248
5.4.3	选择 PLC, 绘制龙门钻床 PLC 工程应用设计的 I/O 端子实际接线图	250
5.4.4	编制 PLC 控制梯形图程序	250
5.5	某加工控制中心系统的 PLC 控制编程实例	263

5.5.1 确定编程任务	263
5.5.2 确定外围 I/O 设备, 选择 PLC 的型号	263
5.5.3 进行 PLC 的 I/O 地址分配	263
5.5.4 绘制 PLC 的外部接线图	264
5.5.5 进行 PLC 控制的编程	265
第 6 章 全自动钢管表面除锈机 PLC 控制系统工程应用编程	272
6.1 系统的结构组成、生产工艺流程及电控系统方案	272
6.1.1 结构组成及生产工艺流程	272
6.1.2 电控系统方案	274
6.2 钢刷轮打磨除锈纵向进给交流电磁调速系统设计	279
6.2.1 YCTG 电磁调速电动机的选用	279
6.2.2 JD1 系列电磁调速电动机控制装置的选用	282
6.3 本系统设计所采用的日本三菱公司 F ₁ 系列超小型 PLC 简介	286
6.3.1 日本三菱公司 F ₁ 系列超小型 PLC 的硬件资源	286
6.3.2 日本三菱公司 F ₁ 系列 PLC 的指令系统	291
6.4 全自动钢管表面除锈机操作控制 PLC 系统设计	293
6.4.1 全自动钢管表面除锈机 PLC 的硬件实际接线图	293
6.4.2 全自动钢管表面除锈机 PLC 控制的软件编程	296
6.5 操作使用说明	308
6.5.1 电源	308
6.5.2 模拟操作	308
6.5.3 运行操作	309
6.5.4 事故下的故障处理及报警指示	309
6.5.5 注意事项	309
附录	310
附录 A 日本三菱公司 FX _{2N} 系列 PLC 编程软件 SWOPC-FXGP/WIN-C 的使用说明	310
附录 B STEP7-Micro/WIN 的使用说明及其升级版的基本使用	325
附录 C CXP 编程软件简介及 SYSMAC-CPT 编程软件的使用说明	359
附录 D Twido 编程工具软件介绍	381
参考文献	386

第 1 章 机床电气 PLC 编程的基本概念

1.1 机床的电气控制

机床一般由机械设备与控制装置（系统）两大部分组成。机械设备一般由三个基本部分组成，即工作机构、传动机构及原动机。当原动机为电动机时，也就是说，由电动机通过传动机构带动工作机构进行工作时，这种拖动方式称为电力拖动。机床电力拖动（又称电力传动或电气传动）就是指以电动机为原动机驱动机床机械设备工作的系统之总称。它的目的是将电能转变为机械能，实现机床机械设备的起动、制动、停止以及速度调节，完成各种机床生产工艺过程的要求，保证机床生产过程的正常进行。

在机床加工过程中，为了实现机床加工过程自动化的要求，电力拖动不仅包括拖动机床机械设备的电动机，而且包含控制电动机的一整套控制系统，也就是说，机床电力拖动是和由多种控制元件组成的自动控制系统紧密地联系在一起的。如图 1-1 所示，人们总是把电动机以及与电动机有关联的传动机构合并在一起视为电力拖动部分；把满足加工工艺要求使电动机起动、制动、反向、调速等电气控制和电气操纵部分视为电气控制部分，或称为电气自动控制装置（系统）。

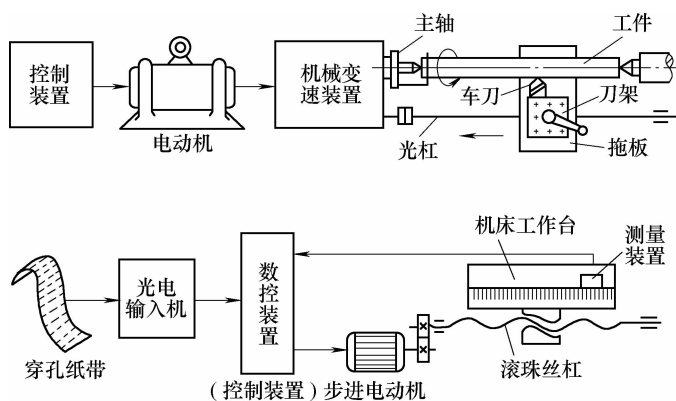


图 1-1 机床的电气控制

从机床加工生产的要求来说，机床电力拖动控制系统所要完成的任务，从广义上讲，就是要使机床生产设备、机加工生产线、车间、甚至整个工厂都实现自动化。从狭义上讲则是专指控制电动机驱动机床设备实现加工产品数量的增加、质量的提高、生产成本的降低、工人劳动条件的改善以及能量的合理利用等。随着机床加工工艺的不断发

展,对机床电力拖动控制系统也提出了越来越高的要求。例如,一些精密机床要求加工精度达百分之几毫米、甚至几微米,即要求控制高精度;重型镗床为保证加工精度和表面粗糙度要求在极慢的稳速下进给,即要求在很宽的范围内调速;龙门刨床的往返式工作台及其辅助机械,操作频繁,要求在不到1s的时间内就能完成从正转到反转的过程,即要求能迅速地起动、制动和反转;对于摇臂钻床的摇臂、卧式镗床的镗头架、龙门刨床的横梁等机床的升降机构,则要求起动和制动平稳,并能准确地停止在给定的位置上;对于大型复杂组合机床或加工中心的各机架或各分部,则要求各机架或各分部的转速保持一定的比例关系进行协调控制;为了提高效率,由数台或数十台机床设备组成的全自动加工生产线则要求统一群控和集中管理;……诸如此类的要求,都是靠电动机及其控制系统和机械传动装置来实现的。

因此,机床电力拖动及控制系统设计是实用机床设计中必不可少的重要组成部分,它要满足机床的总体技术方案要求。机床电力拖动及控制系统设计所涉及的内容也特别广泛。

机床的种类繁多,其控制装置(包括传统电气控制与现代PLC控制、计算机数控等)也各不相同,但任何机床电气控制装置的设计原则都是相同的:第一,设计应满足机床设备对电控提出的要求,这些要求包括控制方式、控制精度、自动化程度、响应速度等,在电控原理设计时要根据这些要求制订出总体技术方案;第二,设计应满足机床本身的制造、使用和维护等需要,全套机床的造价要经济,结构要合理,这些问题应在机床电气控制装置的工艺设计阶段予以充分的考虑;第三,设计应与时俱进,尽可能地采用当今世界出现的高新技术,与国际先进技术同步和接轨,使国产机床不落后。机床电气控制系统的设计就是根据机床机械设备和加工的工艺过程,设计出合乎要求的、经济合理的电气控制线路;并编制出设备制造、安装和维修使用过程中必需的图样和资料,包括传统电气原理图(PLC控制梯形图、计算机数控等程序)、安装图和接线图以及设备清单和说明书等。由于设计是灵活多变的,即使是同一功能,不同人员设计出来的线路结构也可能完全不同。因此,作为设计人员,应该随时发现和总结经验,不断丰富自己的知识,开阔视野和思路,才能做出最优秀和技术先进的设计。

1.2 机床电气控制系统设计的基本内容和一般原则

1.2.1 机床电气控制系统设计的基本内容

机床的电气设计与机床的机械结构设计是分不开的,尤其是现代机床的结构以及使用效能与电气自动控制的程度是密切相关的,对机械设计人员来说,也需要对机床的电气设计有一定的了解。本节就机床电气设计所涉及的主要内容,以及电气控制系统如何满足机床的主要技术性能加以讨论分析。

1) 机床主要技术性能,即机械传动、液压和气动系统的工作特性以及对电气控制系统的要求是机床电控设计的依据。

2) 机床的电气技术指标,即电气传动方案,要根据机床的结构、传动方式、调速指标,以及起动、制动和正反向要求等来确定。

机床的主运动与进给运动都有一定调速范围的要求。要求不同,采取的调速传动方案就不同,调速性能的好坏与调速方式密切相关。中小型机床,一般采用单速或双速笼型异步电动机,通过变速箱传动;对传动功率较大、主轴转速较低的机床,为了降低成本、简化变速机构,可选用转速较低的异步电动机;对调速范围、调速精度、调速的平滑性要求较高的机床,可考虑采用交流变频调速和直流调速系统,满足无级调速和自动调速的要求。

由电动机完成机床正反向运动比机械方法简单容易,因此只要条件允许应尽可能地由电动机进行。传动电动机是否需要制动,要根据机床需要而定。对于由电动机实现正反向的机床,对制动无特殊要求时,一般采用反接制动,可使控制线路简化。在电动机频繁起动、制动或经常正反向的情况下,必须采取措施限制电动机的起动、制动电流。

3) 机床电动机的调速性质应与机床的负载特性相适应。调速性质是指转矩、功率与转速的关系。设计任何一个机床电力拖动系统都离不开对负载和系统调速性质的研究,它是选择拖动和控制方案及确定电动机容量的前提。

电动机的调速性质必须与机床的负载特性相适应。众所周知,机床的切削运动(主运动)需要恒功率传动,而进给运动则需要恒转矩传动。双速异步电动机,定子绕组由三角形改成星形联结时,转速由低速升为高速,功率增加的很小,因此适用于恒功率传动。而定子绕组低速为星形联结,高速为双星形联结的双速电动机,转速改变时,电动机所输出的转矩保持不变,因此适用于恒转矩调速。

他励直流电动机改变电压的调速方法则属于恒转矩调速;改变励磁的调速方法属于恒功率调速。

4) 正确合理地选择电气控制方式是机床电气设计的主要内容。电气控制方式应能保证机床的使用效能和动作程序、自动循环等基本动作要求。现代机床的控制方式与机床结构密切相关。由于近代电子技术和计算技术已深入到机床控制系统的各个领域,各种新型控制系统不断出现,它不仅关系到机床的技术与使用性能,而且也深刻地影响着机床的机械结构和总体方案。因此,电气控制方式应根据机床总体技术要求来拟定。

在一般普通机床中,其工作程序往往是固定的,使用中并不需要经常改变原有程序,可采用有触点的“继电器-接触器”系统,控制线路在结构上接成“固定”式的。

有触点控制系统,控制电路的接通或分断是通过开关或继电器等触点的闭合与分断来进行控制的。这种系统的特点是能够控制的功率较大、控制方法简单、工作稳定、便于维护、成本低,虽然它在整体技术上是20世纪二三十年代就开始使用的落后技术,但在现有的机床控制中应用仍然相当广泛,并且短时间内还淘汰不了。

可编程控制器(PLC)是介于“继电器-接触器”系统的固定接线装置与电子计算机控制之间的一种新型的通用控制部件。近年来机床的程序控制有很大的发展,这是由于可编程控制器可以大大缩短机床的电气设计、安装和调整周期,并且可使机床工

作程序加以更改。因此采用可编程序控制器以后，将使机床的控制系统具有较大的灵活性和适应性。

随着电子技术的发展，数字程序控制系统在机床上的应用越来越广泛，已经发展成为数控机床。数控机床有较高的生产率、较短的生产周期、加工精度高、能够加工普通机床根本加工不了的复杂曲面零件，有着广泛的发展前景。

5) 明确有关操纵方面的要求，在设计中实施。如操纵台的设计、测量显示、故障自诊断、保护等措施的要求。

6) 设计应考虑用户供电电网情况，如电网容量、电流种类、电压及频率。电气设计技术条件是机床设计的有关人员和电气设计人员共同拟定的。根据设计任务书中拟定的电气设计的技术条件，就可以进行电气设计。实际上电气设计就是把上述的技术条件明确下来并付诸实施。

综上所述，机床电气设计应包括以下内容：

- 1) 拟定电气设计任务书（技术条件）。
- 2) 确定电气传动控制方案，选择电动机。
- 3) 设计电气控制原理图。
- 4) 选择电气元件，并制定电气元件明细表。
- 5) 设计操作台、电气柜及非标准电气元件。
- 6) 设计机床电气设备布置总图、电气安装接线图。
- 7) 编写电气说明书和使用操作说明书。

以上电气设计各项内容，必须以有关国家标准为纲领。根据机床的总体技术要求和控制线路的复杂程度，以上内容可增可减，某些图样和技术文件也可适当合并或增删。

为保证我国的机床在国际市场上占有一席之地，机床设计必须向国际标准靠拢，和国际标准接轨，否则就会影响我国机床走向国际市场。因此，机床电气设备通用技术条件及机床数字控制系统通用技术条件是机床电气设计的必要依据。

1.2.2 机床电气控制线路设计的一般原则

当机床设备的电力拖动方案和控制方案确定后，就可以进行机床电气控制线路的设计了。机床电气控制线路的设计是机床电力拖动方案和控制方案的具体化实施，一般在设计时应该遵循以下原则。

1. 最大限度地实现机床设备和生产工艺对电气控制线路的要求

控制线路是为整个机床设备和生产工艺过程服务的。因此，在设计之前，要调查清楚机床的生产工艺要求，对机床设备的工作性能、结构特点和实际加工情况要有充分的了解。电气设计人员要深入现场对同类或相近的机床设备进行考查和调研，收集资料，加以综合分析，并在此基础上考虑控制方式、起动、反向、制动及调速的要求，设置各种联锁及保护装置，最大限度地实现机床设备和工艺对电气控制的要求。

2. 在满足机床生产要求的前提下，力求使控制线路简单、经济

- 1) 尽量选用标准的、常用的或经过实际应用考验过的控制环节和线路。