

国家重点职业教育教学改革示范建设学校“十二五”精品课程配套规划教材

DIANLI TUODONG KONGZHI XIANLU
LISHI YITIHUA JIAOCHENG

电力拖动控制线路 理实一体化教程

高安邦 陈 武 黄宏耀 主编
石 磊 张晓辉 董泽斯 主审

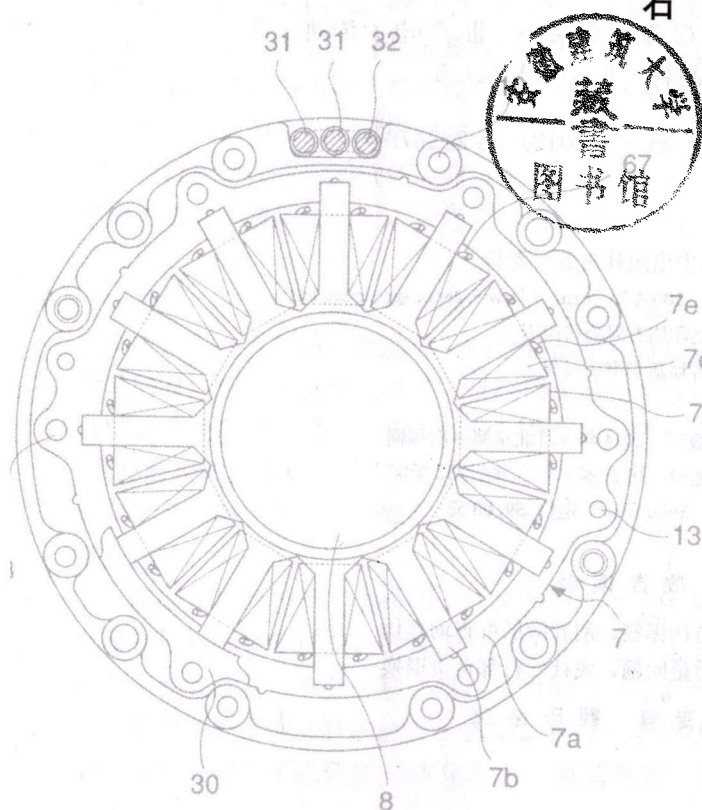


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANLI TUODONG KONGZHI XIANLU
LISHI YITIHUA JIAOCHENG

电力拖动控制线路 理实一体化教程

高安邦 陈 武 黄宏耀 主编
孙定霞 沈 洋 李梦华 参编
石 磊 张晓辉 董泽斯 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书基于“项目指导，任务引领型课程”的开发方法编写，突显工学结合，学以致用，理实并重，“教、学、做”一体化的现代教学特色，注重培养和提高职教学生的素质和技能。

本书将课程分解为七个项目，内容包括：项目一电力拖动控制中的电动机；项目二电力拖动控制线路中的常用低压电器；项目三电力拖动控制线路常用的基本环节和控制原则；项目四电力拖动控制线路中的现代晶闸管直流调速系统；项目五电力拖动控制线路中的现代交流变频调速系统；项目六常用生产机械电气控制线路的认知及应用实践；项目七现代电力拖动控制线路中电气 CAD 技术的认知和应用实践。

本书内容丰富、全面，每一项目（学习单元）相对独立而又完整，可作为不同层次职业院校的机电一体化、机械设计制造及自动化、数控机床、汽车工程、自动控制工程、电气工程、计算机应用等专业的教材及实训参考书；也适合工矿企业的工程技术人员学习和参考。

图书在版编目（CIP）数据

电力拖动控制线路理实一体化教程/高安邦，陈武，黄宏耀主编. —北京：中国电力出版社，2014.3

ISBN 978-7-5123-4934-6

I. ①电… II. ①高… ②陈… ③黄… III. ①电力传动—自动控制系统—职业教育—教材 IV. ①TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 222679 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）

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 3 月第一版 2014 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 30 印张 752 千字

印数 0001—3000 册 定价 59.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
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

教材是教师教学的脚本，是学生学习的课本，是学校实现人才培养目标的载体。优秀教师研制优质教材，优质教材造就优秀教师，培育优秀学生。教材建设是学校教学最基本的建设，是提高教育教学质量最基础性的工作，更是我校当务之急的迫切任务。

职业教育是具有中国特色的创举。我校创办职业教育时间不长，目前所使用教材存在着严重的“先天不足”，如中专延伸版、专科移植版、本科压缩版等。这在很大程度上制约着我校教育教学质量的提高。因此，根据职业教育培养“高素质技能型专门人才”的目标和教育教学实际需求，研制优质教材，势在必行。

遵照国家关于“大力发展职业教育”的精神，在省委、省政府和三亚市委、市政府的重视和支持下，我校成功整合三亚地区职业教育资源，将省人社厅管辖的海南三亚技工学校和三亚市管辖的海南省海洋学校和三亚市职业中专学校合并，创建了海南省三亚高级技工学校/海南三亚中等职业技术学校。从2007年开始，学校边建设边招生，仅用了不到三年的时间把学校从在校生不足500人发展到近万人规模，建筑面积从不到3000m²到17万m²，占地从不足20亩到412亩，固定资产从不到700万~7个亿，学校实现了跨越式的大发展，创造了三亚速度，已成为三亚最亮丽的名片。目前学校又被确定为海南省三亚高级技工学校、国家级重点技工学校、国家高技能人才培养示范基地以及南方电网入网证/海南省劳动力转移/三亚市旅游酒店标准化等多项培训基地（培训点）、首批国家中等职业教育改革发展示范学校，并在着手申办三亚技师学院和三亚职业技术学院。当前我校正在按照“国家中等职业教育改革发展示范学校建设计划”项目任务书的要求，通过创新人才培养模式，改革课程体系，加强师资队伍建设的途径，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”。

进入“十二五”发展机遇期，为了更有效地推进我国的职业教育，完成“投巨资创建万人学校，集众智打造职教航母”的战略部署和目标，我校在重拳出击、狠抓师资培养内涵建设的同时，还大胆决策引进了一批高层次的专家教授，形成我校优质办学和创示范性国家重点职业学校的整体合力。2012年3月6日，我校携手三亚老教授协会，合作签约成立了“学校教授顾问委员会”，颁发了聘书，聘请了三亚老教授协会资深教授李树亭、钱振为、李庆余、岳书奎、高安邦、邓志明、辜凤琳、杨兴凯等人加盟我校建设，为我市职业教育发展添砖加瓦。

高安邦特聘教授不负众望，从来我校就以主人翁的态度积极投入学校的改革建设、创新发展和创建国家重点职业教育示范学校等工作。他举办专题讲座、参与课题探究开发、编写和开发专业教材，争分夺秒、竭尽全力做出自己力所能及的贡献。

职业学校素质和技能教育的课程改革必须从教材改革入手，目前职业教育正在大力倡导和推进课程实施理实一体化教学。所谓理实一体化教学，就是要充分利用现代教育技

术，将理论、实验、实训等教学内容一体化设置；将讲授、听课与实践、操作等教学形式一体化实施；将教室、实验室与实训实习场地等教学条件一体化配置；将知识、技能与素质等职业要求一体化训练；理论和实践交替进行；形象和抽象交替出现。由此形成融知识传授、能力培养和素质提高于一体化的课程模式。基于此，理实一体化教材的每个教学单元均应由理论知识和实践操作两部分内容组成。如果教学单元是一个个项目，则通常称之为“项目课程”；如果教学单元是一个个学习或工作任务，则通常称之为“任务引领型课程”；如果教学单元是一个个学习情景，则通常称之为“学习领域课程”。

针对职业教育的本质特点，围绕职业教育教材要贯彻落实全面素质教育为基础、能力为本位教学指导思想的核心问题，通过对现代教育理论，特别是现代课程理论、学习理论、教学理论和教材理论的研究，高安邦教授借鉴“项目指导，任务引领型课程”开发理念，组织编写了《电力拖动控制线路理实一体化教程》。该书的最大特点是：

- (1) 以实践操作为主线，理论为实践服务，理论与实践比例约为 1:1，最佳；
- (2) 教和学融为一体，“教师教”和“学生学”的比例约为 1:1，最好；
- (3) 设计出教学内容与实施的具体活动方法和步骤，即教学过程中“该做什么？”“怎么做？”“什么时候做？”等细节，最优；
- (4) 内容全面具体，编写由浅入深，实例丰富，面向工程应用，并广泛吸收了国内外的先进标准和设计思想，突出了先进性、综合性、实用性，可以满足不同要求、不同层次的读者需要，特别是对各类电气设计人员、PLC 控制系统工程设计人员有非常大的实用参考价值，最实用。

我们衷心祝贺这部“理实一体化教程”新作的出版，希望它能为我国职业教育的蓬勃发展和崛起腾飞发挥作用；为我校的改革示范建设和创新发展以及升格申办“两院”添砖加瓦，并写下浓墨重彩的一笔。



海南省三亚高级技工学校（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）校长
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
/国家级技能大师/荣获 2012 年第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人事处长/高级讲师

职业技能教育是一种以职业能力为基础的教育,既具有职业技术的属性,又具有高等教育的属性,其目标是培养适应生产、建设、管理、服务第一线需要的高技能应用性专门人才。其主要特色在于它培养的人才既不是“本科压缩型”,也不是“简单操作型”,而是“高技能应用型”,具有较强的技术应用能力和较高的职业素质。由于培养目标的不同,职业技术学院的教学模式与普通高等院校有明显的差异。职业技能教育在教学过程中特别注重学生职业岗位能力的培养、职业技能的训练,同时注重学生解决问题的能力及自学能力的培养和训练。在职业技能教育中一定要防止“重理论,轻实训”和“强调动手能力,忽视理论”的两种极端倾向。要实现这种教育,就要打造适用于职业教育的学以所用、学以致用、学以能用、学以好用的高水平专业新教材。

本书的编写是为了适应职业教育迅猛发展的需要,以培养应用型人才为目标,以强化基础、突出能力培养和注重实用为原则,充分体现了职业教育的特点和理实一体化课程的内涵。它以实践操作的素质能力培养为主线,贯彻理论知识“以实用为主、服务于实践”的教学原则。从培养高技能应用性人才的角度出发,按照“综合的技术应用能力”的要求,以就业岗位为引导,将教学目标设计为7个相对独立又完整的项目(学习单元),每一个项目又科学构建了若干不同的任务,遵从成长规律,任务从简单到复杂,知识由基础到实用,技能从基本到综合,实现理论知识与实践知识的综合,让技能和知识“骨肉相连”。每一个任务又科学构建了“任务引入、任务分析、知识链接、任务实施、知识扩展、技能拓展(做一做)、思维拓展、思考与练习”等多个环节,使学生完成资讯、计划、决策、实施、检查、评价一个完整的工作过程;搭建了“指导优先和构建优先融合”的架构;任务典型真实,每一个任务有着不同技能与知识要求,在工作任务的首段清晰的表达,明确任务、明确要求、带着任务学习,由相应实践设备完成任务,学习成就感强,整个任务的完成,形成较全面与系统的编程控制系统设计能力。同时也方便因材施教,根据学生的不同层次,灵活选用不同的工作任务(学习单元),设计构建不同的教学过程。

本书是国家重点职业示范学校建设“十二五”规划教材和精品课程配套教材,是海南省三亚高级技工学校承担的国家职业教育改革发展示范学校建设计划项目的重点建设任务之一。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,又博采了目前各教材和著作之精华。

本书的编写分工如下:

高安邦教授负责本书大纲的制定,项目七的编写及全书的统稿工作;陈武编写项目一和项目二;孙定霞编写项目三;沈洋编写项目四;李梦华编写项目五;黄宏耀编写项目六。

本书的编写得到了海南省三亚高级技工学校的大力支持,并由以下专家学者担任本书的审稿工作,感谢他们提出了最宝贵的编写意见:

海南省三亚高级技工学校校长石磊,曾荣获全国职教突出贡献奖及中国技工院校杰出校长称号;副校长张晓辉,曾荣获第11届全国技能人才培育突出贡献奖;人事处长董泽斯。

淮安信息职业技术学院的杨帅、薛岚、陈银燕、关士岩、陈玉华、毕洁廷、赵冉冉、刘晓艳、王玲、姚薇讲师，以及邱少华、王宇航、马鑫、邱一启、张纺、武婷婷、司雪美、朱颖、陆智华、余彬等同学也为本书做了大量的辅助性工作，在此表示衷心的感谢！

此外，本书的编写还得到了哈尔滨理工大学、淮安信息职业技术学院、三亚市老教授协会的大力支持，在此也表示最真诚的感激之情！

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！

鉴于编者的水平和经验有限，书中错误、疏漏、不足之处肯定不少，恳请读者和专家们不吝批评指正，以便今后更好地完善、充实和提高。

编 者

序 前言

项目一 电力拖动控制中的电动机	1
任务 ① 电力拖动控制的总体认知	1
【任务目标】	1
【任务要点】	1
1.1.1 电力拖动控制的结构组成框图	1
1.1.2 电力拖动控制中的电动机	1
任务 ② 熟知电力拖动控制中交流异步电动机	2
【任务目标】	2
【任务要点】	2
1.2.1 交流异步电动机的结构组成和工作原理	2
1.2.2 交流异步电动机的电磁转矩与机械特性	7
1.2.3 交流异步电动机的运行控制	11
任务 ③ 熟知电力拖动控制中直流电动机	18
【任务目标】	18
【任务要点】	18
1.3.1 直流电动机的结构和工作原理	18
1.3.2 直流电动机的机械特性与调速方法	20
1.3.3 直流自动调速系统的分类	23
任务 ④ 了解电力拖动控制中的伺服控制电动机	23
【任务目标】	23
【任务要点】	23
1.4.1 步进电动机的工作原理和运行特性	23
1.4.2 伺服电动机的工作原理和运行特性	27
1.4.3 直线电动机的工作原理和应用	40
任务 ⑤ 常用电动机的应用操作实践	41
【任务目标】	41
【任务要点】	41
1.5.1 三相交流异步电动机的一般故障维修	41
1.5.2 三相交流异步电动机的应用操作实践	43

任务 1 电力拖动控制线路中常用低压电器的总体认知	71
【任务目标】	71
【任务要点】	71
2.1.1 电器与低压电器的定义	71
2.1.2 电器的分类	71
任务 2 信号及控制电器的认知	74
【任务目标】	74
【任务要点】	74
2.2.1 非自动切换信号及控制电器	74
2.2.2 自动切换信号及控制电器	82
任务 3 执行电器的认知	88
【任务目标】	88
【任务要点】	88
2.3.1 接触器 (KM)	89
2.3.2 交流固态继电器 SSR	89
2.3.3 电磁执行电器	92
任务 4 保护电器的认知	96
【任务目标】	96
【任务要点】	96
2.4.1 熔断器 (FU)	96
2.4.2 热继电器 (KR 或 FR)	97
2.4.3 电流和电压继电器	99
2.4.4 电动机智能保护器	101
2.4.5 漏电保护器	102
任务 5 电力拖动控制线路中常用的其他器件	103
【任务目标】	103
【任务要点】	103
2.5.1 常用检测仪表	103
2.5.2 常用的安装附件	105
任务 6 电力拖动控制线路中常用低压电器的应用操作实践	106
【任务目标】	106
【任务要点】	106
2.6.1 低压开关的应用操作实践	106
2.6.2 主令电器的应用操作实践	110
2.6.3 接触器的应用操作实践	113

2.6.4	热继电器的应用操作实践	115
2.6.5	时间继电器的应用操作实践	116
2.6.6	速度继电器的应用操作实践	118
2.6.7	熔断器的应用操作实践	119
2.6.8	漏电保护器的应用操作实践	121
2.6.9	控制变压器的应用操作实践	126
项目三	电力拖动控制线路常用的基本环节和控制原则	127
任务 1	掌握电力拖动控制线路制图原则与识图的方法	127
	【任务目标】	127
	【任务要点】	127
3.1.1	电气制图与识图的图形符号和文字符号	127
3.1.2	电气制图原则	128
3.1.3	电气识图方法与步骤	131
任务 2	掌握电力拖动控制的基本线路环节	132
	【任务目标】	132
	【任务要点】	132
3.2.1	电动机的全电压起动控制电路	133
3.2.2	电动机的减压起动控制电路	134
3.2.3	电动机的点动和长动控制	134
3.2.4	电动机的软起动控制	134
3.2.5	电动机的多地点控制	139
3.2.6	电动机的连锁和互锁控制	140
3.2.7	电动机的正反向可逆运行控制	141
3.2.8	生产设备中的电液控制	142
3.2.9	电动机控制的保护环节	145
任务 3	电力拖动控制线路常用的一些控制原则	147
	【任务目标】	147
	【任务要点】	147
3.3.1	电力拖动控制线路中的行程控制原则	147
3.3.2	电力拖动控制线路中的时间控制原则	148
3.3.3	电力拖动控制线路中的速度控制原则	150
3.3.4	电力拖动控制线路中的电流控制原则	152
3.3.5	电力拖动控制线路中的频率控制原则	153
任务 4	常用典型电力拖动控制线路的应用操作实践	154
	【任务目标】	154
	【任务要点】	154
3.4.1	识读典型电力拖动控制线路原理图	154

3.4.2	电力拖动控制线路安装布置与接线图的绘制	156
3.4.3	电力拖动点动控制线路的安装操作实践	158
3.4.4	电力拖动正反转可逆控制线路的安装操作实践	161
3.4.5	时间控制的Y/ Δ 降压起动控制线路的安装操作实践	168
3.4.6	单相半波整流能耗制动控制线路的安装操作实践	171
3.4.7	时间控制的双速电动机控制线路的安装操作实践	176
3.4.8	两台电动机顺起/逆停控制线路的安装操作实践	182
3.4.9	绕线转子异步电动机凸轮控制器控制线路的安装实践	186

项目四 电力拖动控制线路中的现代晶闸管直流调速系统 192

任务1 初识晶闸管直流调速系统

【任务目标】

【任务要点】

4.1.1	晶闸管直流调速系统概述	192
4.1.2	直流电动机的调速方法和可控直流电源	192
4.1.3	直流调速系统的要求和调速性能指标	195
4.1.4	直流调速系统的分类	198
4.1.5	几种常用闭环直流调速系统的结构组成	200
4.1.6	通用中小功率晶闸管直流拖动系统的选用	209

任务2 认知晶闸管直流调速系统中常用的电力电器件及其所组成的控制环节

【任务目标】

【任务要点】

4.2.1	晶闸管及其晶闸管组成的可控整流电路	213
4.2.2	晶闸管的触发电路	220
4.2.3	晶闸管直流调速线路中的各种电路调节器	227

任务3 XF-014 轧辊磨床晶闸管直流调速系统的认知和应用实践

【任务目标】

【任务要点】

4.3.1	SCR-200A 晶闸管通用直流调速系统的认知	232
4.3.2	SCR-200A 晶闸管通用直流调速系统的调整	235
4.3.3	SCR-200A 晶闸管通用直流调速系统的常见故障与检修	241

任务4 T6216C 落地镗床晶闸管直流调速系统的认知和应用实践

【任务目标】

【任务要点】

4.4.1	T6216C 落地镗床晶闸管直流调速系统的认知	242
4.4.2	T6216C 落地镗床晶闸管直流调速系统的调试	249
4.4.3	T6216C 落地镗床晶闸管直流调速系统的日常维护及常见故障与检修	251

任务 5 全数字直流调速装置系统的认知和应用实践	253
【任务目标】	253
【任务要点】	253
4.5.1 晶闸管智能控制模块	253
4.5.2 全数字直流调速装置 SIMOREG DC-MASTER 6RA70 认知	255
4.5.3 全数字直流调速装置 SIMOREG 6RA70 装置的应用	264

项目五 电力拖动控制线路中的现代交流变频调速系统 268

任务 1 通用变频器的认知	268
【任务目标】	268
【任务要点】	268
5.1.1 交流调速概述	268
5.1.2 变频器及其分类	269
5.1.3 通用变频器的基本结构	270
5.1.4 变频器中常用电力半导体器件	272
5.1.5 变频器的工作原理和主要功能	277
5.1.6 变频器的发展历程和在工业生产中的主要应用	281
5.1.7 几种常用典型通用变频器简介	283
任务 2 通用变频器的选用、安装与调试	300
【任务目标】	300
【任务要点】	300
5.2.1 通用变频器的选择	300
5.2.2 通用变频器的安装训练实践	301
5.2.3 通用变频器的调试训练实践	307
任务 3 变频调速系统的维护与维修	312
【任务目标】	312
【任务要点】	312
5.3.1 变频器维护与检查	312
5.3.2 变频器常见故障的检修	314
5.3.3 变频器主回路电阻特性参数测试训练实践	317
任务 4 西门子 MICROMASTER440 通用变频器控制线路的应用操作实践	319
【任务目标】	319
【任务要点】	319
5.4.1 西门子 MICROMASTER440 通用变频器操作方法认知实践	319
5.4.2 MR440 通用变频器面板方式控制异步电动机正反转操作实践	326
5.4.3 MR440 通用变频器外部给定控制操作实践	330
5.4.4 MR440 通用变频器多段速度控制操作实践	335

5.4.5	MR440 通用变频器直流制动运行操作实践	338
任务 5	日本安川电动机公司 VS-616G11 通用型变频器典型应用实例	340
【任务目标】	.....	340
【任务要点】	.....	340
5.5.1	VS-616G11 通用型变频器和 PLC 配合的应用	340
5.5.2	VS-616G11 通用型变频器的标准接线图	340
5.5.3	VS-616G11 通用型变频器的多级调速运行	342
5.5.4	VS-616G11 通用型变频器的并联运行	342
5.5.5	VS-616G11 通用型变频器的比例控制运行	342
5.5.6	VS-616G11 通用型变频器简易定位控制/带抱闸电动机的运行	342
5.5.7	VS-616G11 通用型变频器/电网电源切换运行	342
项目六	常用生产机械电气控制线路的认知及应用实践	345
任务 1	CA6140 型普通车床电气控制线路的认知及应用实践	345
【任务目标】	.....	345
【任务要点】	.....	345
6.1.1	CA6140 普通车床的机械结构和主要运动	345
6.1.2	CA6140 型车床电气控制线路的识读分析	348
6.1.3	CA6140 型卧式车床电气控制线路的安装调试与故障检修应用实践	350
任务 2	Z35 型和 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路的认知及应用实践	353
【任务目标】	.....	353
【任务要点】	.....	353
6.2.1	摇臂钻床的机械结构和主要运动	353
6.2.2	典型摇臂钻床电气控制线路的识读分析	354
6.2.3	Z35 型摇臂钻床电气控制线路的故障分析与检修应用实践	360
任务 3	M7130 型平面磨床电气控制线路的认知及应用实践	362
【任务目标】	.....	362
【任务要点】	.....	362
6.3.1	M7130 平面磨床的机械结构和主要运动	363
6.3.2	M7130 平面磨床的电气控制线路的识读分析	364
6.3.3	M7130 平面磨床电气控制线路的故障分析与检修应用实践	367
任务 4	X62W (X6132W) 型万能铣床电气控制线路的认知及应用实践	370
【任务目标】	.....	370
【任务要点】	.....	370
6.4.1	X62W 型万能铣床的机械结构和主要运动	370
6.4.2	X62W 型万能铣床的电气控制线路的识读分析	371
6.4.3	X62W 型万能铣床电气控制线路的故障分析与检修应用实践	376

任务 5 T68 型镗床电气控制线路的认知及应用实践	378
【任务目标】	378
【任务要点】	378
6.5.1 T68 卧式镗床的机械结构和主要运动	378
6.5.2 T68 型镗床的电气控制线路的识读分析	380
6.5.3 T68 型卧式镗床电气控制线路的故障分析与排除应用实践	384
任务 6 B2012A 型龙门刨床电气控制线路的认知及应用实践	390
【任务目标】	390
【任务要点】	390
6.6.1 B2012A 龙门刨床的机械结构和主要运动	390
6.6.2 B2012A 型龙门刨床的电气控制线路图的识读分析	391
6.6.3 B2012A 型龙门刨床电气控制线路的故障分析与排除应用实践	396
任务 7 15/3t 交流桥式起重机电气控制线路的认知及应用实践	399
【任务目标】	399
【任务要点】	400
6.7.1 15/3t 交流桥式起重机的机械结构和主要运动	400
6.7.2 15/3t 交流桥式起重机的电气控制电路图的识读分析	401
6.7.3 15/3t 桥式起重机电气控制线路的故障分析与排除应用实践	407
项目七 现代电力拖动控制线路中电气 CAD 技术的认知和应用实践	411
任务 1 初识现代电力拖动控制线路中的电气 CAD 应用软件	411
【任务目标】	411
【任务要点】	411
7.1.1 电气 CAD 应用软件的特点	411
7.1.2 安装和卸载 Pscchematic Elautomaiton	412
任务 2 认知现代电力拖动控制线路中电气 CAD 应用软件的工作界面	414
【任务目标】	414
【任务要点】	414
7.2.1 菜单栏	415
7.2.2 程序工具栏	421
7.2.3 命令工具栏	421
7.2.4 符号选取栏	423
7.2.5 编辑栏	423
任务 3 现代电力拖动控制线路中电气 CAD 应用软件的操作实践示范	424
【任务目标】	424
【任务要点】	424
7.3.1 标准设计方案的建立	424

7.3.2 点动、连续控制电路的绘制	428
7.3.3 正反转控制电路的绘制	432
7.3.4 星-三角降压起动控制电路的绘制	437
任务 4 现代电力拖动控制线路中 CAD 应用软件高级绘图功能的认知	440
【任务目标】	440
【任务要点】	440
7.4.1 电气 CAD 的高级绘图功能	440
7.4.2 布置接线端子和电缆符号	442
7.4.3 创建符号	446
7.4.4 PLC 功能	452
附录 A 常用电器的图形与文字符号	455
附录 B 低压电器产品型号组成形式及常用低压电器技术数据	458
参考文献	465

电力拖动控制中的电动机

主要内容

- (1) 电力拖动控制常用交流电动机的基本结构、工作原理和机械特性。
- (2) 电力拖动控制常用直流电动机的基本结构、工作原理和调速方法。
- (3) 电力拖动控制常用伺服电动机的基本结构、工作原理和机械特性。
- (4) 三相交流异步电动机的操作应用实践。

学习重点及教学要求

- (1) 从使用的角度重点掌握三相交流异步电动机的基本结构、工作原理、工作特性。
- (2) 从使用的角度一般了解直流电动机的基本结构、工作原理、工作特性。
- (3) 从使用的角度一般了解常用伺服电动机的基本结构、工作原理、工作特性。
- (4) 三相交流异步电动机的操作应用实践。

任务 1 电力拖动控制的总体认知

【任务目标】

- (1) 了解电力拖动控制系统的组成。
- (2) 掌握电力拖动控制中的常用电动机。

【任务要点】

- (1) 电力拖动控制系统的结构组成框图。
- (2) 电力拖动控制线路中的拖动电动机。

1.1.1 电力拖动控制的结构组成框图

生产设备的运行可以由电动机或由液压、气动等装置来驱动。而以电动机为驱动装置的控制系統被称为电力拖动控制系统。电力拖动控制系统的结构组成框图如图 1-1 所示。

1.1.2 电力拖动控制中的电动机

由图 1-1 可以看出,在电力拖动控制系统中,被控对象——生产设备包罗万象,种类繁多;生产设备的电力拖动控制主要就是电动机的控制。电动机包括普通动力用电动机和控制用电动机;控制方法有继电器—接触器控制、交直流调速控制、PLC 控制、计算机控制、各种专用控制器及现场总线网络控制,等等。随着电力电子技术的发展,还会出现各种各样的控制方法,这些方法将是生产设备传动控制的基础。

根据电力拖动控制技术的不同发展阶段,人们通常将早期传统的继电器—接触器控制、交直流调速控制等称为电力拖动控制;而将近期以计算机为核心的控制称为现代控制技术。

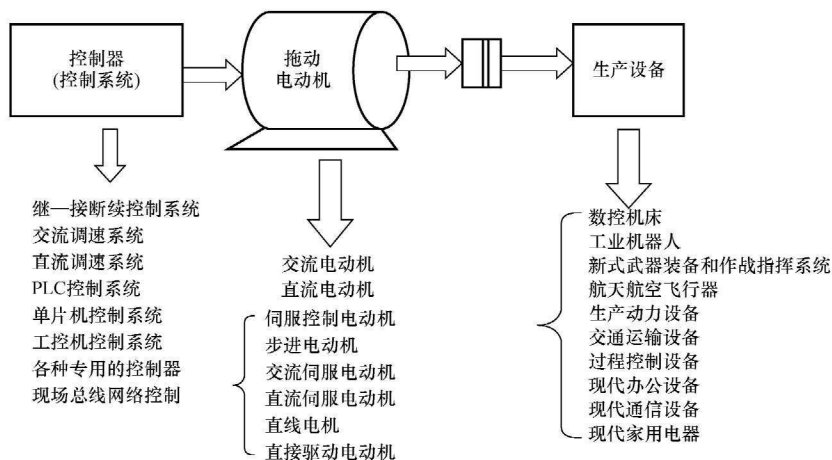


图 1-1 电力拖动控制的结构组成框图

然而，不论是要掌握电力拖动控制线路还是要学好现代控制技术，都必须首先要了解和熟知电力拖动电动机及其传动控制的相关知识。

任务 2 熟知电力拖动控制中交流异步电动机

【任务目标】

- (1) 掌握交流异步电动机的结构组成和工作原理。
- (2) 了解交流异步电动机的电磁转矩与机械特性。
- (3) 掌握交流异步电动机的工作特性和运行控制。

【任务要点】

- (1) 交流异步电动机的结构组成和工作原理。
- (2) 交流异步电动机的工作特性和运行控制。

1.2.1 交流异步电动机的结构组成和工作原理

交流异步电动机按照转子的结构型式分为笼型异步电动机和绕线转子异步电动机。笼型异步电动机因具有结构简单、制造方便、价格低廉、坚固耐用、转子惯量小、运行可靠等优点，在机床中得到了极其广泛的应用。绕线式异步电动机因其转子采用绕线方式，具有调速简单、成本低的优点，在吊车、卷扬机等中小设备中得到了广泛的应用。

1. 交流异步电动机的结构组成

图 1-2 是一台三相异步电动机的结构与外形。它主要由定子、转子两大部分构成，定子与转子之间有一定的气隙。定子是静止不动的部分，由定子铁心、定子绕组和机座组成。转子是旋转部分，由转子铁心、转子绕组和转轴组成。

笼型电动机的转子绕组与定子绕组不同，它是在转子铁心槽里插入铜条，再将全部铜条焊接在两个端铜环上，如果将转子铁心拿掉，可以看出，剩下的绕组形状像个笼子，如图 1-3 所示，因此叫笼型转子。对于中小功率电动机的绕组，多采用铝离心浇铸而成。

绕线型异步电动机的转子绕组与定子绕组一样，是由线圈组成绕组放入转子铁心槽里，