



卓越系列

21世纪高等教育精品规划教材
机电一体化技术实战丛书

机电控制技术 实用教程

JIDIAN KONGZHI JISHU
SHIYONG JIAOCHENG

章国华 黄邦彦/主编
杨善迎 刘艺柱/副主编
陈贵银/主审

实例讲解

以典型的机电一体化设备——电梯系统为例，系统介绍机电控制技术的应用

贴近实战

应用组态王软件完整制作一个工程级的电梯控制程序，贴合工程实践

易学易用

理论联系实际，讲解深入浅出，并附有《电梯安装维修工考试大纲》



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列 · 21 世纪高等教育精品规划教材
机电一体化技术实战丛书

机电控制技术实用教程

主 编 章国华 黄邦彦
副主编 杨善迎 刘艺柱
主 审 陈贵银

内容提要

本书以一套接近工程级的电梯系统(PLC)为核心,秉承“学中做”和“做中学”的教学理念,结合作者的教学和科研工作,介绍了电梯系统的原理、设计方法和组态王实例编程开发过程。本书共有 8 章和 2 个附录,前 7 章介绍了电梯的基本结构及各部分的作用,包括井道和机房、传动部分、感应部分、安全装置、位置控制等 5 个部分,并分别介绍了用组态软件实现的实例,即用组态王软件设计出一个完整的三层电梯系统;第 8 章介绍了电梯系统的维护和常用知识;附录介绍了组态王软件的使用方法及相关考试大纲。

本书的内容已经在 4 轮教学中实践,共有 56 学时,其中包括 2 周的“教学做”实践课。同学们可从电梯系统仿真设计中,真正体会到电梯的运行过程,还可改进电梯的控制程序,在做中学、学中做,将知识变成技能。另外,仿真性实践还为学校节省了大量开支。本书结合功能性和主题性的写作方式,让读者彻底掌握电梯的各项功能。

本书可作为机电一体化技术、电气自动化、楼宇智能控制等专业的教材,也可作为电梯工程技术人员和管理人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机电控制技术实用教程/章国华,黄邦彦主编. —天津:天津大学出版社,2011.8
(卓越系列)

21 世纪高等教育精品规划教材 机电一体化技术实战丛书
ISBN 978-7-5618-4079-5

I. ①机… II. ①章…②黄… III. ①机电一体化—控制系统—教材 IV. ①TH—39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 161364 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网址 www.tjup.com

印刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 185mm×260mm

印张 16

字数 399 千

版次 2011 年 8 月第 1 版

印次 2011 年 8 月第 1 次

印数 1—3 000

定价 32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前言

机电控制技术在机电类专业设置的一门综合课,早期也称之为机电一体化技术,现代则称之为机械电子学。机电一体化技术专业在本科、高职高专和中职学校是一个比较热门的专业,学习该专业的人较多。然而,机电一体化技术专业是一个通才专业,涉及内容多而深,学好不容易。重点大学本科机电类专业都开设这门课,且有国家级规划教材,涉及各种电机的控制原理和机械的传动结构,电机原理、控制电器结构、继电器逻辑控制、机械结构、PLC 控制和传感器等,几乎无所不包,从简单的刀开关到复杂的变频控制技术,涉及的理论多,深入讲解的实例少,对有些专业来说,大多数内容还是低年级时学习过的,只是作了简单、系统的罗列。目前,很难找到适合高职学生学习机电一体化控制技术的教材。高职高专的学生如果使用本科的教材,由于教材一般是泛泛而谈、理论偏多、内容重复,教师教学非常难于组织,学生真正能学到的东西极少,导致无一精通;而且高职的培养目标是高技能、专门型人才,对知识的系统性不作要求,而且高职学生的动觉学习能力比听觉学习能力好,这些教材与高职教学实际脱离。成语“一通百通”是说一个主要的弄通了,其他的自然也都会弄通。典故出处为明朝吴承恩《西游记》第二回:“这猴王也是他一窍通时百窍通,当时习了口诀,自习自练,将七十二般变化,都学成了。”正是在这样的情况下,我们对这门课程进行了改革,即通过一个典型的机电一体化设备——电梯的剖析,弄清楚一种机电一体化设备的工作原理,从而掌握一般机电一体化设备的工作原理。

随着高层建筑的大量兴建,人们无论是上下班、购物、看病或访友、居家生活都要与电梯打交道。因此,电梯的使用量越来越大,使用频率越来越高,电梯的安全问题越发引起人们的关注。电梯正是一种典型的机电一体化产品,我们每天都在使用它,学习电梯的工作原理比数控机床和机器人要有条件得多,因为它既不是很简单,又不是很复杂,而且我们还能仿真地设计出可运行的电梯。所以,选择了电梯作为机电控制技术应用的教学对象。

本书以一个工程级的电梯系统为核心,先用大量的图示说明电梯的结构和原理,再深入剖析电梯的 PLC 控制程序,然后用组态软件设计制作一个完整可运行的电梯系统,学生在最后能体会到的是知识变成技能的成功和喜悦,而不是空洞的概念。

本书第 1 章介绍机电控制技术基本概念和常见的机电控制系统(含有电梯系统);第 2 章首先介绍电梯曳引系统结构,其次分析电梯控制曳引系统的 PLC 程序,接着用组态软件设计电梯的曳引控制方法;第 3 章首先介绍电梯的楼层感应、指令和呼梯,其次分析电梯控制楼层感应、呼梯和指令的 PLC 程序,接着用组态软件设计电梯的楼层感应、指令和呼梯方法;第 4 章首先介绍电梯的导向和定向系统,其次分析电梯控制导向和定向系统的 PLC 程序,接着用组态软件设计电梯的导向和定向系统方法;第 5 章首先介绍电梯的换速和平层,其次分析电梯控制换速和平层的 PLC 程序,接着用组态软件设计电梯的换速和平层方法;第 6 章首先介绍电梯的轿厢和轿门系统,其次分析电梯控制轿厢和轿门系统的 PLC 程序,接着用组态软件设计电梯的轿厢和轿门系统方法;第 7 章首先介绍电梯的安全保护装置,其次分析电梯安全

保护装置系统的 PLC 程序,接着用组态软件设计电梯的安全保护装置方法;第 8 章介绍电梯系统的维护和常用知识;附录介绍组态王软件的使用方法及相关考试大纲。

用组态软件做一个能运行的电梯,说明了技术是做会的,不是听会的;而现有教材中大多只有零散的、不完整的电梯电路和程序,没有任何工程价值,老师只能泛泛而谈,学生只能浅尝辄止。本书通过一套接近工程级的完整程序,经过四年的教学实践和教师、学生的制作实践,不断地发现和解决问题,使这个程序接近完美。

如果要设计一个电梯控制程序,又无法验证它的正确性,就可用本书提供的方法,它能帮你调试和验证控制程序。

本书由章国华负责完成,章国华老师完成了第 2、4、5、6 章的编写,刘艺柱老师完成了第 7、8 章的编导,黄邦彦老师完成了第 1 章和附录的编写,杨善迎老师完成了第 3 章的编写。在此还要感谢天津大学出版社胡小捷编辑,感谢她高效辛勤的工作,使本书能够以最快的时间与读者见面。

由于受作者知识所限,书中不足之处在所难免,恳请各位专家和读者批评指正。

编者:章国华

2011 年 5 月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 机电控制技术的内容和发展概况	1
1.2 机电控制系统的基本组成结构	5
1.3 电梯的历史发展和基本概念	6
1.4 本课程的教学内容	18
1.5 本课程的性质和任务	32
习题	34
第 2 章 电梯的曳引系统	35
2.1 曳引系统	35
2.2 交流电梯拖动系统	52
2.3 仿真制作	66
习题	74
第 3 章 电梯的楼层感应、指令和呼梯	75
3.1 电梯的操纵面板	75
3.2 电梯的指层	76
3.3 召唤按钮盒(呼梯按钮盒)	77
3.4 轿顶检修盒	78
3.5 换速平层装置	78
3.6 楼层感应、轿内指令和呼梯控制程序	81
3.7 呼叫指令的记忆与消号	82
3.8 仿真制作	85
习题	88
第 4 章 电梯的导向系统和定向	89
4.1 导向系统	89
4.2 重量平衡系统	96
4.3 电梯的定向	100
4.4 仿真制作	101
习题	102
第 5 章 电梯的换速和平层	103
5.1 选层器	103
5.2 交流双速电梯的换速与启动电路	106
5.3 交流双速电梯的平层停止运行电路	111
5.4 仿真制作	112

习题	113
第 6 章 电梯的轿厢和轿门系统	114
6.1 轿厢系统	114
6.2 轿门系统	121
6.3 直流电梯拖动系统	132
6.4 电梯门机直流他励电动机的调速特性	139
6.5 皮带传动直流门机控制电路	140
6.6 仿真制作	145
习题	148
第 7 章 电梯的安全保护装置	149
7.1 电梯安全保护装置	149
7.2 电梯的安全保护	167
7.3 仿真制作	168
习题	170
第 8 章 电梯的保养与维修	171
8.1 电梯的维修保养安全技术要求	171
8.2 电梯故障的检查测量方法	178
8.3 电梯常见故障分析及排除方法	182
8.4 电梯常见故障及排除实例	187
8.5 保护接地与保护接零	189
8.6 电梯礼仪	190
8.7 电梯常见问题解答	191
8.8 中国电梯发展史	192
8.9 电梯相关资料	199
附录 1 组态王软件介绍	205
附录 1.1 概述	205
附录 1.2 建立一个新工程	206
附录 1.3 创建组态画面	220
附录 1.4 命令语言	229
附录 1.5 报警和事件	233
附录 2 深圳市职业技能鉴定《电梯安装维修工考试大纲》	240
参考文献	250

第1章 概 述

学习目标

- ◆ 了解机电控制技术的内容和发展概况。
- ◆ 了解电梯的基本概念。

1.1 机电控制技术的内容和发展概况

1.1.1 机电一体化技术发展的背景

近年来电子技术的飞速发展,大规模和超大规模集成电路的制作成功,单片微机的产生,使电子装置的体积越来越小,可以将其装在机械上而不影响总体布置。由于集成芯片大量生产,价格越来越低,一片 CPU 或一个单片机的价格已下降到几美元,则在机械上增设电子装置,不会使机械成本有很大提高;同时电子装置的性能和可靠性不断提高,使用故障率又不断下降。因此,带电子装置的机械越来越受到用户欢迎。由于近代传感器技术、激光技术、机电接口技术(电液阀、比例阀等)的发展,也给电子技术的应用带来了广阔的前景。电子化、自动化正在进入工业和生活的各个领域,并且不断扩大。

例如,国外大部分高级轿车竟然在一辆车上装有 10 ~ 20 台微机(CPU),用来控制发动机喷油、点火、怠速和冷却风扇,以达到提高功率、降低能耗、净化排气、降低噪声和振动以及改善启动性能等目的;还可控制传动系统的变矩器自动闭锁、变速箱自动换挡和平稳结合等。电子控制的悬挂系统具有保持车体高度(不随乘坐人数而改变)、改善悬挂弹簧常数与阻尼力大小等功能,可大大改善乘坐的舒适性;电子控制的转向系统可按照驾驶者的爱好选择转向反应;电子控制的防滑装置可在紧急制动时保持方向控制性能,以提高安全性。此外,还有车内空调自控装置、驾驶者座位自调装置和自动刮水器等。

可见,机械和电子相结合能充分发挥各自特点。实践证明,如果局限于机械本身来考虑,则很难获得较大的变革。当前,机械的旧概念(机械由动力装置、传动装置和工作装置组成)正在改变。给机械产品装上感觉器官——传感器,布上神经系统——电路,添上电脑——微机,就能使机械产品的性能发生巨大变化。机械产品必定要经历伟大的变革,如同生物从低级向高级进化一样,逐步变为有骨骼(机械),有血液(气压和液压),有感觉器官、神经和头脑的现代化机械。

1.1.2 机电一体化技术的形成

20 世纪 80 年代初,日本最早提出了机械电子工程的概念,它是集机械、电子、控制、计算机为一体的交叉学科,其学科范围广、知识点丰富、适用面宽、新技术和新方向发展迅猛,全面

涵盖了提升国家经济实力最重要的支柱领域。近年来,随着电子计算机和控制技术的迅猛发展,机电系统向着信息化、智能化、综合化方向发展,目前已很难在国民经济重要部门中找到没有渗透电子控制和计算机技术的纯机械领域。

在一些书籍或网络上也会看到这样一些定义,例如传统的机械、电器、仪表技术与微电子技术相结合形成了“机械—电子”一体化技术。对于这样的定义,虽然很普遍,但是却有它的局限性。如果机械电子技术仅仅是机械与电子技术简单的组合,那么机械电子这个概念就没有必要提出来。因为在传统的机械设备中,也会有电气控制,典型的代表如车床。如果没有电气控制,那么车床就不会正常运行。因此,对于机械电子技术的定义,应该更深入地理解为:在机器的主功能、动力功能、信息处理功能和控制功能上引进电子技术,将机械装置与电子化设计及软件结合起来所构成的系统的总称。它的特征为:从系统的观点出发,综合运用机械技术、电子技术等群体技术优化组合、合理布局;在多功能、高质量、高可靠性、低耗能的意义上实现特定功能价值,并使整个系统最优化。

通过以上解释,可以把机械电子理解为机械与电子技术相互融合、相互补充,形成一个相互依存的有机体。

在研究和发展的层次上,机电一体化学科涵盖十个不同的技术领域,它们是运动控制、机器人技术、机动车技术、智能控制、执行器和传感器、建模和设计、系统整合、制造业、微型设备和光电子学、振动和噪声控制。

机械电子技术的核心包括软件和硬件两方面。硬件是由机械本体、传感器、信息处理单元和驱动单元等部分组成。软件是把每一个硬件联系起来的一个信息载体。

1.1.3 机电一体化技术的目的及意义

1. 功能增强

机电一体化产品具有多种复合功能,如加工中心可以将多台普通机床的多道工序在一次装夹中完成,并自动检测工件和刀具精度,显示刀具运动轨迹。

2. 精度提高

机电一体化技术简化了机构链,使机械磨损、配合间隙及受力变形等引起的误差大大减小。由于采用计算机检测与控制技术补偿和校正,使各种干扰造成的动态误差大大减小,从而达到纯机械技术阶段所无法实现的工作精度。

3. 结构简化

由于机电一体化技术采用微处理器、大规模集成电路、电力电子器件代替了原来的电气控制柜和传动装置,使机电一体化产品零部件数量减少、体积变小,结构得到简化。

4. 可靠性提高

随着集成电路的集成度越来越高,材料性能趋于稳定,机电一体化产品可靠性不断增强,同时由于具备了安全联锁控制、过载及失控保护、断电保护等功能,进一步提高了机电一体化产品的安全可靠性能。

5. 改善操作

由于机电一体化产品采用了计算机技术,从而提升了产品的自动化程度,减少了操作按钮及手柄,改善了设备的操作性能,构建了良好的人机界面。

6. 提高柔性

由于软件技术的引入,从而实现了机器工作程序的可修改性,能够通过软件的修改来满足工作情况改变的需要。

1.1.4 国外机电一体化技术现状

国外机电一体化产品概念设计的研究主要集中在欧洲,主要研究机构有德国 Darmstadt 大学、英国 Lancaster 大学工程设计中心、荷兰 Twente 大学、比利时 Leuven 大学、挪威科技大学等。另外,在美国与机电一体化系统有关的概念设计工作人员多集中在 MIT 大学, Carnegie Mellon 大学, Michigan 大学和 Stanford 大学。在日本,东京大学 Yoshikawa 和 Tomiyama 两位学者的研究工作涉及了一般的机电一体化系统的概念设计。

德国 Darmstadt 大学的 R. Iserrmann, H. J. Herpel, M. Held 和 M. Clesner 等人,对机电一体化产品设计进行了较深入的研究。他们的研究领域主要集中在机电一体化的控制系统的设计方法学上,提出了机电一体化系统的能量流和信息流模型,并将控制系统按层次划分为管理层、监视层、控制层和处理层四个层次。

德国 Heinz Nixdorff 大学的 Jurgen Causemeier, Martin FlaLh, SLeFan MÖhringer 等人于 2001 年构建了机电一体化系统开发的 V 型模型,指出在概念设计的早期阶段,需要有一种共同的功能描述语言来描述所涉及的学科知识,给出了一种适用于机电一体化产品概念设计的集成方法,即用半规则式说明语言进行功能原理建模,且该方法已成功用于汽车导航驱动系统的概念设计过程中。

虽然美国 Analogy 公司声称其开发的 Saber 软件是支持机电一体化系统设计的智能化概念设计软件,但其实质至多是一个机电一体化仿真软件。它只具有对机电一体化系统建模、性能仿真、灵敏度分析等功能,而不具备产生方案的功能。就建模功能来讲,它也基本上集中在信息系统或控制系统领域,目前还没有看到其能够用于机械装置的建模仿真的例子。由于该软件是由电子系统设计软件发展而来,对于机电一体化系统有先天不足之嫌。

日本的机械电子技术已经处于世界领先地位。日本在 2001 年 10 月 17 至 20 日于名古屋举办了两年一次的“机电一体化展”(MECT2001),展出了日本当时最新的金切、成形机床、配套设备、工具、PC 系统等,从中明显地反映出当前日本及世界机床技术发展的一些新动向,最突出的三点是廉价实用、环保节能、提高精度效率。其展出的代表性产品有能实现工件内外表面复合加工的机床(有多种形式),如可实现五面加工的 AQ-12 型万能加工机、DJ-1 型内外表面加工 NC 车床、五面双主轴 NC 车床等;还有高松公司展出的 XW-150 型两主轴两回转刀盘的 NC 车床,可同时进行工件的内外表面加工,使效率倍增。

1.1.5 国内机电一体化技术现状

我国机电一体化技术的发展进程与世界各国一样,经历过准备时期、起步时期和发展时期,目前正努力追踪着世界机电一体化技术蓬勃发展的足迹。

目前,国内一些研究单位,如浙江大学、中国科技大学等单位,在机械产品概念设计及计算机辅助创新设计方面进行了研究,但对于机电一体化产品概念设计方面的问题基本没有进行研究。上海交通大学从 1996 年开始,对机电一体化产品概念设计的理论与方法进行了较

为深入的研究,并取得了初步的研究成果。

20 世纪 80 年代以来,我国相继引进了国外一大批具有同时代水平的机电一体化产品和技术,填补了国内一些项目的空白,在引进、使用、消化和吸取的基础上,启动和推进了我国机电一体化技术的进程。如南京机床厂在引进 TC-500 加工中心的基础上,自行开发了柔性加工单元等产品,使机电一体化产品实现了系列化、层次化,满足了市场的不同需求。又如济南第二机床厂在引进技术的基础上吸收外国先进技术,使产品水平有了很大提高,为装备汽车行业做出了重要贡献。还有些厂家与国外厂家合作开发新产品,如武汉重型机床厂与 Schicss 公司合作,完成了主要拳头产品的更新换代,推出了一批机电一体化新产品供应市场。再如我国第一条示范性回转体零件柔性加工系统 1984 年筹建,1986 年投入使用,用于加工伺服电机的十二种零件,1988 年通过了部级评审。还有国家高技术发展计划(863 计划)CIMS 主题单元技术实验室之一的北京机床研究所,结合天津减速机总厂生产发展需要,研制成功的减速机座加工柔性制造系统 JCS-FMS-2 也已于 1992 年 11 月通过了有关部门验收,正式投入了生产。又如齐齐哈尔第一机床厂研制的 Q-LX 车轮柔性加工单元,主要用于加工各种规格的机车薄轮缘车轮踏面、轮缘、辐板、轮孔和端面等所有表面,其在“马钢”每天三班生产,一年新增产值 1 906 万元。还有天津第一机床厂与沈阳计算机所等单位共同研制的 XH715GY 立式加工中心是五坐标联动的高技术机电一体化产品,其软硬件均由国内开发,是一套完整的交钥匙系统。这些都是引进、吸收、创新到二次开发方面有代表性的例子。

毋庸置疑,我国机电一体化技术在不少领域已跻身于世界最先进行列,如我国研制成功的巨型计算机“银河 I”和“银河 II”以及“长征二号 E”捆绑式运转火箭等就是证明。但总体水平与先进国家相比还有较大差距,有些领域差距还相当大,尚须奋起直追。

1.1.6 机电一体化技术的发展趋势

机电一体化技术经历了三十多年的发展,其内涵更是从最初的机械与电子的简单结合发展为包括机械、电子、液压、气动、热元件以及控制系统的多学科、多领域成分相结合的技术,机电一体化产品也必将成为机械市场的主流产品。

国际上目前研究的几种可以实现自动向数学模型转化的机电一体化系统理想的物理模型建立的方法有键合图法、面向对象法、方块图法、系统图法和混合 Petri 网法。由 Lancaster 大学 EDC(Engineering Design Center)的研究者开发的计算机辅助机电一体化系统概念设计的建模与仿真软件 Schemebuilder 有使用键合图法建模的仿真软件 20-sim、使用面向对象法建模的仿真软件 Dymola 以及使用方块图法建模的控制系统仿真软件 Matlab 和机械机构系统仿真软件 Adams。

机械电子技术未来的发展趋势可以总结如下。

1. 光机电一体化方向

光机电一体化系统是由传感系统、能源(动力)系统、信息处理系统、机械结构等部分组成,引进光学技术并利用光学技术的先天特点有效地改进机电一体化系统的传感系统、能源系统和信息处理系统。

2. 智能化方向

今后的机电一体化产品“全息”特征越来越明显,智能化水平越来越高。这主要得益于模

糊技术与信息技术(尤其是软件及芯片技术)的发展。

3. 仿生物系统化方向

今后的机电一体化装置对信息的依赖性很大,并且它们在结构上处于“静态”时不稳定,但在“动态”(工作)时却稳定的状态。这有点类似于活的生物:当控制系统(大脑)停止工作时,生物便“死亡”,而当控制系统(大脑)工作时,生物就很有活力。机电一体化产品虽然有向仿生物系统化方向发展的趋势,但还有一段很漫长的道路要走。

在工业设计中没有千里眼,工程师们进行设计创造都是基于目前的知识水平,当技术出现跨越式发展时,设计与技术之间就会出现差距。要弥补这种差距就要牵涉到系统混装、多边折中和各方约束。在室内管道工程发明之后的整整一个年代,管道仍然被固定在房屋的外部。人们把建筑学和管道学整合在一起花费了很长时间。

机电一体化的开发工具包行业正是处在这样一个“把管道固足在墙外”的阶段。如果这个行业早些了解电子、机械控制系统和软件学科,并能够早些与之有机结合在一起的话,设计工具的建设就不会是现在这个样子了。如今,该行业处在互相折中和双方约束的当口,正等待一次奇妙的飞跃。

1.2 机电控制系统的基本组成结构

“机电控制技术”是机电工程的专业基础课程,它是机电一体化人才所需电类知识结构的主体。机电控制是研究如何设计控制器并合理选择或设计放大元件、执行元件、检测与转换元件、导向与支承元件和传动机构等,并由此组成机电控制系统使机电设备达到所要求的性能的一门学科,在机电一体化技术中占有非常重要的地位。

机电控制系统是机电一体化产品及系统中承担控制对象输出,并按照指令规定的规律变化的功能单元,是机电一体化产品及系统的重要组成部分。机电控制系统是一种自动控制系统,一般由指令元件,比较、综合与放大元件,转换与功率放大元件,执行元件,工作机构,检测与转换元件等六部分组成,如图 1.1 所示。

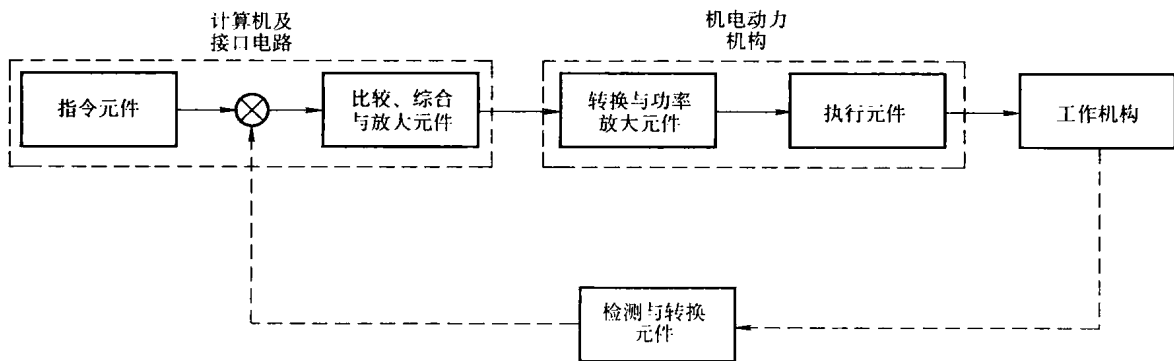


图 1.1 机电控制系统的基本组成结构

机电控制系统的工作原理是:由指令元件发出指令,通过比较、综合与放大元件将此信号与输出反馈信号比较,再将差值进行处理和放大、控制及转换,将处理后的信号加到转换与

功率放大元件并施加到执行元件的输入端,使得执行元件按指令的要求运动;而执行元件往往和机电装备的工作机构相连接,从而使机电装备的被控量(如位移、速度、力、转矩等)符合所要求的规律。

1.3 电梯的历史发展和基本概念

电梯进入人们的生活已经 150 多年了,一个半世纪的风风雨雨,翻天覆地的是历史的变迁,永恒不变的是电梯提升人类生活质量的承诺。

1854 年,在纽约水晶宫举行的世界博览会上,美国人伊莱沙·格雷夫斯·奥的斯第一次向世人展示了他的发明。他站在装满货物的升降梯平台上,命令助手将平台拉升到观众都能看得见的高度,然后发出信号,令助手用利斧砍断了升降梯的提拉缆绳。令人惊讶的是,升降梯并没有坠毁,而是牢牢地固定在半空中——奥的斯先生发明的升降梯安全装置发挥了作用。“一切安全,先生们。”站在升降梯平台上的奥的斯先生向周围观看的人们挥手致意,谁也不会想到,这就是人类历史上第一部安全升降梯。

人类利用升降工具运输货物、人员的历史非常悠久。早在公元前 2600 年,埃及人在建造金字塔时就使用了最原始的升降系统,这套系统的基本原理至今仍无变化,即一个平衡物下降的同时,负载平台上升,早期的升降工具基本以人力为动力。1203 年,在法国海岸边的一个修道院里安装了一台以驴子为动力的起重机,这才结束了用人力运送重物的历史。英国科学家瓦特发明蒸汽机后,起重机装置开始采用蒸汽为动力。紧随其后,威廉·汤姆逊研制出用液压驱动的升降梯,液压的介质是水。在这些升降梯的基础上,一代又一代富有创新精神的工程师们在不断改进升降梯的技术。然而,一个关键的安全问题始终没有得到解决,那就是一旦升降梯拉升缆绳发生断裂,负载平台就一定会发生坠毁事故。

奥的斯先生的发明彻底改写了人类使用升降工具的历史。从那以后,搭乘升降梯不再是“勇敢者的游戏”,升降梯在世界范围内得到广泛应用。1889 年 12 月,美国奥的斯电梯公司制造出了名副其实的电梯,它采用直流电动机为动力,通过蜗轮减速器带动卷筒上缠绕的绳索,悬挂并升降轿厢。1892 年,美国奥的斯公司开始采用按钮操纵装置,取代传统的轿厢内拉动绳索的操纵方式,为操纵方式现代化开了先河。

生活在继续,科技在发展,电梯也在进步。150 多年来,电梯的材质由黑白到彩色,样式由直式到斜式,在操纵控制方面更是步步出新——手柄开关操纵、按钮控制、信号控制、集选控制、人机对话等,多台电梯还出现了并联控制、智能群控;双层轿厢电梯展示出节省井道空间,提升运输能力的优势;变速式自动人行道扶梯的出现大大节省了行人的时间;不同外形——扇形、三角形、半菱形、半圆形、整圆形的观光电梯使身处其中的乘客的视线不再封闭。如今,以美国奥的斯公司为代表的世界各大著名电梯公司各展风姿,仍在继续进行电梯新品的研发,并不断完善维修和保养服务系统。调频门控、智能远程监控、主机节能、控制柜低噪声耐用、复合钢带环保——一款款结合了人类在机械、电子、光学等领域最新科研成果的新型电梯竞相问世,冷冰冰的建筑因此散射出人性的光辉,人们的生活因此变得更加美好。

中国最早的一部电梯出现在上海,是由美国奥的斯公司于 1901 年安装的。1932 年由美国奥的斯公司安装在天津利顺德酒店的电梯至今还在安全运转着。1951 年,党中央提出要在天安门安装一台由我国自行制造的电梯,天津从庆生电机厂荣接此任,四个月不辱使命,顺

利地完成了任务。十一届三中全会后,沐浴着改革开放的春风,我国电梯业进入了高速发展的时期。如今,在我国任何一个城市,电梯都在被广泛应用着。电梯给人们的生活带来了便利,也为我国现代化建设的加速发展提供了强大的保障。

随着科学技术和社会经济的发展,高层建筑已成为现代城市的标志。电梯作为垂直运输工具,承担着大量的人流和物流的输送,其作用在建筑物中至关重要。

中高层写字楼、办公楼、饭店和住宅楼以及服务性和生产部门(如医院、商场、仓库、生产车间等)拥有大量的乘客电梯、载货电梯等各类电梯及自动扶梯。随着经济和技术的发展,电梯的使用领域越来越广,电梯已成为现代物质文明的一个标志。

在20世纪前半叶,电梯的电力拖动,尤其是高层建筑中的电梯,几乎都是直流拖动;直到1967年晶闸管用于电梯拖动,研制出交流调压调速系统,才使交流电梯得到快速发展;80年代随着电子技术的完善,出现了交流变频调速系统。信号控制方面用微机取代传统的继电器控制系统,使故障率大幅下降,电梯的速度也由0.5 m/s发展到目前的13.5 m/s(超高速电梯)。现代电梯向着低噪声、节能高效、全电脑智能化方向发展,具有高度的安全性和可靠性。

电梯作为载人运行设备,其安全可靠涉及电梯的设计、制造、安装、检验、维护、使用等环节。其中,正确的使用操作电梯是电梯安全技术中的重要环节。为保障电梯的安全运行,杜绝因操作失误造成的电梯事故,国家规定电梯司机必须进行安全技术培训,经考核合格并取得安全操作证。

作为一个合格的电梯工程人员必须掌握电梯的基本知识:电梯的基本参数、基本构造与工作原理;电梯主要安全保护装置的作用与工作原理;电梯的安全操作规程与实际安全操作技术;电梯常见故障的判断及遇到紧急、突发情况的处理;电梯维护保养常识、主要零部件的安全要求与检查;电梯的安全用电及防火常识。

电梯是机电一体化产品,其机械部分好比是人的躯体,电气部分相当于人的神经,控制部分相当于人的大脑。各部分通过控制部分调度,密切协同,使电梯可靠运行。

尽管电梯的品种繁多,但目前使用的电梯绝大多数为电力拖动、钢丝绳曳引式结构,图1.2所示是电梯的基本结构剖视直观图。

从电梯空间位置使用看,电梯由四个部分组成:

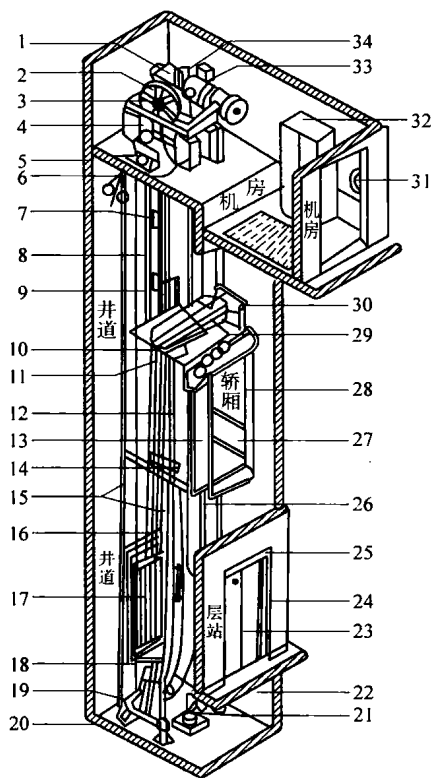


图 1.2 电梯基本结构剖视直观图

- 1—减速箱;2—曳引轮;3—曳引机底座;
4—导向轮;5—限速器;6—机座;7—导轨支架;
8—曳引钢丝绳;9—开关磁铁;
10—紧急终端开关;11—导靴;12—轿厢;
13—轿门;14—安全钳;15—导轨;16—绳头组合;
17—对重;18—补偿链;19—补偿链导轮;
20—张紧装置;21—缓冲器;22—底坑;
23—层门;24—呼梯盒(箱);25—层楼指示灯;
26—随行电缆;27—轿壁;28—轿内操纵箱;
29—开门机;30—井道传感器;31—电源开关;
32—控制柜;33—引电机;34—制动器(抱闸)

依附建筑物的机房、井道,运载乘客或货物的空间——轿厢,乘客或货物出入轿厢的地点——层站,即机房、井道、轿厢、层站。

从电梯各构件部分的功能上看,电梯系统可分为八个部分:曳引系统、导向系统、轿厢系统、门系统、重量平衡系统、电力拖动系统、电气控制系统和安全保护系统,见表 1.1。

表 1.1 电梯八个部分的功能及其构件与装置

八个部分	功能	主要构件及装置
1. 曳引系统	输出与传递动力,驱动电梯运行	曳引机、曳引轮、钢丝绳、导向轮及反绳轮等
2. 导向系统	限制轿厢、对重的活动自由度,使轿厢和对重只能沿着导轨运动	轿厢的导轨、对重的导轨及其导轨架等
3. 轿厢系统	运载乘客和(或)货物的组件	轿厢架和轿厢体等
4. 门系统	乘客和货物的进出口,运行时层门、轿厢门必须封闭,到站时才能打开	轿厢门、层门、开门机、联运机构、门锁等
5. 重量平衡系统	相对平衡轿厢重量以及补偿高层电梯中曳引绳长度的影响	对重和重量补偿装置等
6. 电力拖动系统	提供动力,对电梯实行速度控制	电动机、减速机、制动器、供电系统、速度反馈装置、调速装置等
7. 电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵装置、位置显示装置、控制屏(柜)、平层装置、选层器等
8. 安全保护系统	保证电梯安全使用,防止一切危及人身安全的事故发生	限速器、安全钳、缓冲器和层站保护装置、超速保护装置、供电系统断相错相保护装置、超越上下极限位置的保护装置、层门锁与轿厢门电气联锁装置以及电动机过载、超速、编码器断线保护装置等

1.3.1 电梯的主参数及基本规格

电梯的主参数及基本规格是一台电梯最基本的表征,通过这些参数可以确定电梯的服务对象、运载能力和工作特性。

1. 电梯的主参数

电梯的主参数包括额定载重量和额定速度。

①额定载重量:单位为千克(kg),指保证电梯正常运行的允许载重量,是制造厂家设计制造电梯及用户选择电梯的主要依据,也是安全使用电梯的主要参数。对于乘客电梯,常用乘客人数(一般按 75 kg/人)这一参数表示。电梯额定载重量主要有以下几种(kg):400、630、800、1 000、1 250、1 600、2 000、2 500 等。

②额定速度:单位为米/秒(m/s),指电梯设计所规定的轿厢运行速度,是设计制造和选用电梯的主要依据。电梯常见额定速度有以下几种(m/s):0.63、1.06、1.60、1.75、2.50、4.00 等。

2. 电梯的基本规格

电梯的基本规格主要由以下几种参数组成。

①电梯的用途:指客梯、货梯、病床梯等,它确定了电梯的服务对象。

②额定载重量:电梯的主参数之一。

③额定速度:电梯的主参数之一。

④拖动方式:指电梯采用的动力驱动类型,可分为交流电力拖动、直流电力拖动、液压拖动等。

⑤控制方式:指对电梯运行实行操纵的方式,可分为手柄控制、按钮控制、信号控制、单梯集选控制、并联控制、梯群控制等。

⑥轿厢尺寸:指轿厢内部尺寸和外廓尺寸,以深×宽表示。内部尺寸由电梯种类和额定载重量(或乘客人数)确定,它也是司梯人员应掌握用以控制载重量的主要内容。外廓尺寸关系到井道的设计。

⑦厅、轿门的形式:指电梯门的结构形式,按开门方向可分为中分式、旁开式(侧开式)、直分式(上下开启)等,按材质和功能可分为普通门、消防门、双折门等,按门的控制方式可分为手动开关门和自动开关门等。

⑧层站数:各层楼用以出入轿厢的地点为站,电梯运行行程中的建筑层为层。如电梯实际行程15层,有11个出入轿厢的层门,则为15层/11站。

1.3.2 电梯的型号

1. 进口电梯型号表示

随着改革开放,众多国外电梯制造厂家产品涌入国内,并兴办合资、独资电梯制造厂。每个国家都有自己的电梯型号表示方法,合资厂也沿用引进国电梯命名型号的规定,无法一一列举,总体分为以下几类。

①以电梯生产家公司及生产产品序号表示,如 TOEC-90,前面的字母是厂家英文字母头,为天津奥的斯电梯公司,90代表其产品型号。

②以英文字头代表电梯的种类,以产品类型序号区分,如三菱电梯 GPS-II,前面的英文字头代表产品种类,II代表产品类型号。

③以英文字头代表产品种类,配以数字表征电梯参数,如“广日”牌电梯 YP-15-CO90,表示交流调速电梯,额定乘员15人,中分门,额定速度90 m/min。

当然还有其他表示方法,因此必须根据其产品说明书了解其参数。

2. 我国标准规定电梯型号的表示

1986年我国城乡建设环境保护部颁发的 JJ 45—86《电梯、液压梯产品型号的编制方法》中,对电梯型号的编制方法作了如下规定:电梯、液压梯产品的型号由类、组、型以及主参数和控制方式等三部分组成,其中第二、第三部分之间用短线分开。

第一部分是类、组、型和改型代号。类、组、型代号用具有代表意义的大写汉语拼音字母(字头)表示,产品的改型代号按顺序用小写汉语拼音字母表示,置于类、组、型代号的右下方。

第二部分是主参数代号,其左上方为电梯的额定载重量,右下方为电梯的额定速度,中间用斜线分开,且均用阿拉伯数字表示。

第三部分是控制方式代号,用具有代表意义的大写汉语拼音字母表示。

产品型号各代号顺序如图 1.3 所示,对应说明如下。

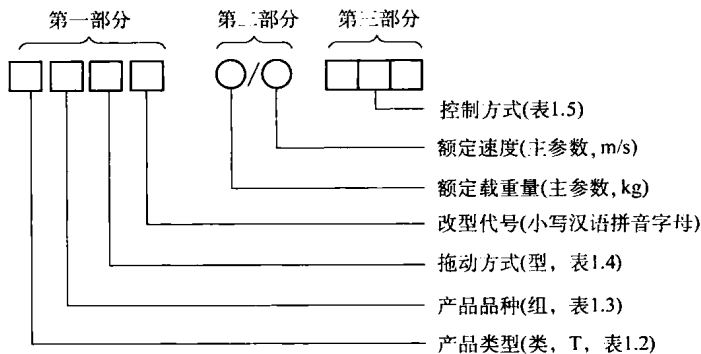


图 1.3 产品型号代号顺序

(1)第一部分

①第一个方格为产品类型代号,在电梯、液压梯产品中,取“梯”字拼音字头“T”表示电梯、液压梯产品,见表 1.2。

表 1.2 类型代号

产品类型	代表汉字	拼音	采用代号
电梯	梯	Ti	T
液压梯			

②第二个方格为产品品种代号,即电梯的用途。K 表示乘客电梯的“客”,H 表示载货电梯的“货”,L 表示客货两用的“两”等,见表 1.3。

表 1.3 品种代号

产品品种	代表汉字	拼音	采用代号
乘客电梯	客	Kè	K
载货电梯	货	Huò	H
客货(两用)电梯	两	Liǎng	L
病床电梯	病	Bìng	B
住宅电梯	住	Zhù	Z
观光电梯	观	Guān	G
杂物电梯	物	Wù	W
汽车用电梯	汽	Qì	Q
船用电梯	船	Chuán	C

③第三个方格为产品拖动方式代号,表示电梯动力驱动类型。当电梯的曳引电动机为交流电动机时,可称其为交流电梯,以 J 表示“交”;当曳引电动机为直流电动机时,可称其为直流电梯,以 Z 表示“直”;对于液压电梯,用 Y 表示“液”,见表 1.4。