



教育部高职高专规划教材

# 电梯技术

魏孔平 朱蓉 主编



化学工业出版社  
职业教育教材出版中心

教育部高职高专规划教材

# 电 梯 技 术

魏孔平 朱 蓉 主编



化学工业出版社  
职业教育教材出版中心

· 北 京 ·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电梯技术/魏孔平, 朱蓉主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 6

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-5025-8807-8

I. 电… II. ①魏…②朱… III. 电梯-高等学校: 技术学校-教材 IV. TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 066401 号

---

教育部高职高专规划教材

### 电 梯 技 术

魏孔平 朱 蓉 主编

责任编辑: 高 钰

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 李 丽 徐贞珍

封面设计: 史利平

\*

化学工业出版社 出版发行

职业教育教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

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

\*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$  字数 329 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-8807-8

定 价: 21.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

## 出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下,各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。这500种教材中,专门课(专业基础课、专业理论与专业能力课)教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求,在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位,调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础,突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下,专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间,在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专规划教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材,并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作,不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

## 前 言

随着经济的迅猛发展以及人们工作条件和生活水平的迅速提高, 建筑业发展日益壮大, 高层建筑雨后春笋般地涌现。作为建筑物内提供垂直交通运输的电梯, 也得到迅速的发展。目前, 电梯和汽车一样, 已成为人们生活和工作必需的交通运输设备。

为适应电梯技术的发展及社会对人才的需求, 高校的一些专业开设了电梯技术课程, 许多高职高专院校也设置了电梯专业, 专门进行有关电梯设计制造、安装、维护保养人才的培养。同时, 随着电梯技术的发展和新技术、新标准的不断出现, 电梯业内及社会专门培训机构也在对从业人员进行培训, 并陆续开设了与电梯有关的课程, 甚至专门设置了电梯专业。

电梯是一种相当复杂的机电综合设备, 具有零碎、分散、垂直运行、频繁启制动、安装与调试工作远离制造厂等特点。近几年来, 随着新技术的不断引进和国内电梯生产厂商合资化的进行, 电梯产品换代迅速。虽然微机控制方式成为主流, 但继电器和 PLC 控制方式依然大量存在。同时, 随着智能建筑的出现, 网络技术在电梯技术方面得到应用, 远程监控与故障诊断技术已成为发展的必然趋势。但是, 系统、实用、实时介绍电梯的资料和书籍较少, 尤其是教材更为缺乏, 这样给电梯技术人才的培养, 从业人员的培训, 以及使之全面掌握和熟悉电梯的安装、维护保养、新技术的使用带来许多困难, 从而大大影响电梯的安装质量、维护保养质量及故障恢复效率的提高, 制约着电梯业的发展。

本书立足于高职高专教育人才培养目标, 遵循主动适应社会发展需要, 突出应用性、针对性和实用性, 内容安排由浅入深, 循序渐进, 在兼顾系统知识阐述的同时, 引入新技术、新标准, 尤其是在理论方面以“必需、够用”为原则, 理论联系实际, 加强实践能力培养, 注重工程应用能力和解决现场实际问题能力的提高。

我们结合多年从事电梯专业的教学、从业人员的培训、电梯改造、电梯技术课题研究的经验, 以系统性、知识性、实用性为特点, 对电梯的机械结构、电气系统、安装调试、维护保养、远程监控服务以及自动扶梯进行阐述。在内容结构安排上, 机械系统介绍了最新的器件和方法; 拖动系统介绍了四种常用的拖动方式; 电气控制原理, 从传统的继电器控制入手, 循序渐进、由浅入深地阐述了 PLC 控制和微机控制电梯的控制原理; 安装和维护保养方面的介绍, 采用最新的国家标准; 为跟踪电梯新技术的应用, 本书特别增加了电梯远程监控和故障诊断的内容; 为提高实用性, 本书沿用了惯用的电气元件标注方式; 在附录中列出了有关电梯检验的最新国家标准; 在部分章节, 还提供了某些电梯的技术资料。

本书共分十章, 其中第一章、第二章、第五章第三节、第九章、第十章及附录由魏孔平编写, 第三章、第四章、第七章由朱蓉编写, 第五章其余部分、第六章、第八章由赵黎明编写, 魏孔平、朱蓉任主编, 并由魏孔平负责全书的统稿。甘肃省电梯检验研究中心黄军威, 兰州石化职业技术学院傅继军审阅了全书的初稿, 并提出了许多宝贵的意见, 在此表示衷心感谢!

本书在编写过程中, 得到许多部门和业内人士的支持和帮助, 在此表示诚挚的谢意!

由于时间和水平有限, 书中不妥之处在所难免, 恳请读者批评指正。

编者

2006年3月

# 目 录

|                                   |    |  |    |
|-----------------------------------|----|--|----|
| <b>第一章 电梯的发展、分类、规格参数</b> .....    | 1  | <b>第三节 交流变极调速及其实现</b> .....                                | 33 |
| <b>第一节 序言</b> .....               | 1  | 一、交流变极调速原理 .....   | 33 |
| 一、电梯的现状与定义 .....                  | 1  | 二、交流变极调速控制电路 .....   | 34 |
| 二、电梯的发展简史 .....                   | 1  | <b>第四节 交流调压调速及其实现</b> .....                                | 35 |
| 三、电梯的发展趋势 .....                   | 2  | 一、能耗制动交流调压调速 .....   | 35 |
| <b>第二节 电梯的分类</b> .....            | 4  | 二、涡流制动器交流调压调速 .....  | 35 |
| 一、按用途分类 .....                     | 4  | 三、反接制动交流调压调速 .....   | 37 |
| 二、按速度分类 .....                     | 5  | <b>第五节 变频调压调速及其实现</b> .....                                | 37 |
| 三、按驱动方式分类 .....                   | 5  | 一、低、中速 VVVF 电梯拖动系统 .....                                   | 38 |
| 四、按有无减速器分类 .....                  | 5  | 二、矢量变换控制的高速 VVVF 电梯拖动系统 .....                              | 38 |
| 五、按曳引机房的位置分类 .....                | 5  | <b>第四章 电梯的电气控制系统</b> .....                                 | 40 |
| 六、按控制方式分类 .....                   | 5  | <b>第一节 概述</b> .....  | 40 |
| 七、按拖动形式分类 .....                   | 5  | 一、电气控制系统概述 .....   | 40 |
| <b>第三节 电梯的型号及参数规格</b> .....       | 6  | 二、电气控制系统的主要器件 .....  | 40 |
| 一、电梯的型号 .....                     | 6  | <b>第二节 电梯常用的控制方式及其性能</b> .....                             | 45 |
| 二、电梯的主要参数和常用术语 .....              | 6  | 一、单梯集选控制方式及其性能 .....                                       | 45 |
| <b>第二章 电梯的机械系统</b> .....          | 8  | 二、两台并联和多台群控电梯的性能 .....                                     | 46 |
| <b>第一节 曳引系统</b> .....             | 9  | <b>第三节 交流双速、集选继电器控制电梯电气控制系统</b> .....                      | 47 |
| 一、电梯的驱动 .....                     | 9  | 一、交流双速拖动主回路 .....  | 47 |
| 二、曳引机 .....                       | 9  | 二、自动开关门电动机回路与安全回路 .....                                    | 47 |
| <b>第二节 轿厢和对重装置</b> .....          | 15 | 三、层楼继电器回路 .....  | 49 |
| 一、轿厢 .....                        | 15 | 四、指令记忆与消除回路 .....  | 49 |
| 二、对重装置 .....                      | 16 | 五、召唤记忆与消除回路 .....  | 50 |
| 三、补偿装置、补偿方法 .....                 | 18 | 六、选向回路 .....   | 51 |
| <b>第三节 轿门、厅门与开关门系统</b> .....      | 19 | 七、选层回路 .....   | 52 |
| 一、轿门、厅门 .....                     | 19 | 八、运行控制回路 .....   | 54 |
| 二、开关门机构 .....                     | 20 | 九、指示电路 .....   | 60 |
| 三、门锁装置 .....                      | 22 | <b>第五章 PLC 在电梯控制中的应用</b> .....                             | 62 |
| <b>第四节 导向系统</b> .....             | 22 | <b>第一节 PLC 电梯控制系统的组成</b> .....                             | 62 |
| 一、导轨 .....                        | 22 | 一、可编程逻辑控制器 (PLC) .....                                     | 62 |
| 二、导轨的连接与固定 .....                  | 23 | 二、输入、输出部分 .....  | 62 |
| 三、导靴 .....                        | 23 | 三、电梯控制过程简述 .....   | 63 |
| <b>第五节 机械安全保护系统</b> .....         | 25 | 四、系统的设计步骤 .....  | 64 |
| 一、限速器和安全钳 .....                   | 25 | <b>第二节 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 集选控制四层四站交流双速电梯控制系统</b> ..... | 64 |
| 二、缓冲器 .....                       | 27 | 一、控制要求 .....   | 64 |
| <b>第三章 电梯的电力拖动系统</b> .....        | 30 | 二、PLC 的机型和 I/O 点的点数选择 .....                                | 64 |
| <b>第一节 概述</b> .....               | 30 | 三、I/O 编号分配 .....   | 64 |
| <b>第二节 电梯常见拖动方式及电梯的速度曲线</b> ..... | 30 | 四、拖动回路、门电路及系统连接 .....                                      | 65 |
| 一、电梯常见拖动方式及其特点 .....              | 30 |  |    |
| 二、电梯的速度曲线 .....                   | 31 |  |    |



|   |     |                           |     |
|---|-----|---------------------------|-----|
| 五、控制系统各环节的作用及其梯形图实现 .....                   | 67  | 四、阿尔法电梯远程监控系统 .....       | 130 |
| 六、系统的调试运行 .....                             | 73  | 第四节 电梯救援 .....            | 131 |
| 第三节 OMRON 系列 PLC 集选控制五层五站交流变频调速电梯控制系统 ..... | 74  | <b>第八章 自动扶梯</b> .....     | 133 |
| 一、对层楼信号的处理 .....                            | 75  | 第一节 概述 .....              | 133 |
| 二、对指令、召唤的处理 .....                           | 77  | 第二节 梯级与牵引构件 .....         | 134 |
| 三、对选向功能的处理 .....                            | 78  | 一、梯级的结构和性能 .....          | 134 |
| 四、选层功能的实现 .....                             | 80  | 二、牵引构件 .....              | 135 |
| 五、运行部分的控制 .....                             | 81  | 第三节 梯路导轨系统 .....          | 136 |
| 六、制动回路及安全保护 .....                           | 81  | 一、梯路区段划分 .....            | 136 |
| 七、开关门功能的处理 .....                            | 83  | 二、梯路各区段结构 .....           | 136 |
| 第四节 PLC 与变频器在电梯中的应用 .....                   | 83  | 三、梯路导轨系统 .....            | 137 |
| 一、概述 .....                                  | 83  | 第四节 驱动与涨紧装置 .....         | 138 |
| 二、系统总体构成 .....                              | 83  | 一、驱动机组 .....              | 139 |
| 三、电梯拖动调速系统 .....                            | 83  | 二、驱动主轴 .....              | 139 |
| 四、电梯逻辑控制系统 .....                            | 85  | 三、制动器 .....               | 139 |
| 五、厅门、轿厢中的信号与 PLC 的连接 ..                     | 85  | 四、驱动链条 .....              | 140 |
| 六、应用实例 .....                                | 85  | 五、涨紧装置 .....              | 140 |
| <b>第六章 微机电梯控制的应用</b> .....                  | 92  | 第五节 扶手装置 .....            | 140 |
| 第一节 概述 .....                                | 92  | 一、护壁板 .....               | 140 |
| 第二节 单微机控制交流调速电梯 .....                       | 92  | 二、围裙板、内外盖板、斜角盖板 .....     | 141 |
| 一、调压调速系统的组成 .....                           | 92  | 三、扶手支架 .....              | 141 |
| 二、输入信号 .....                                | 95  | 四、扶手带 .....               | 141 |
| 三、系统软件的构成 .....                             | 97  | 五、扶手带传动系统 .....           | 141 |
| 四、电梯调试 .....                                | 97  | 第六节 金属骨架 .....            | 142 |
| 第三节 多微机控制低速 VVVF 电梯 .....                   | 100 | 第七节 梳齿前沿板 .....           | 142 |
| 一、VVVF 电梯的特点 .....                          | 100 | 一、前沿板 .....               | 142 |
| 二、VVVF 电梯控制系统的结构 .....                      | 100 | 二、梳齿板 .....               | 143 |
| 第四节 电梯的并联与群控 .....                          | 114 | 三、梳齿 .....                | 143 |
| 一、两台电梯并联控制的调度原则 .....                       | 114 | 第八节 电气设备 .....            | 143 |
| 二、多台电梯的群控工作状态 .....                         | 115 | 第九节 安全保护装置 .....          | 145 |
| 三、日立电梯的 CIP 系统 .....                        | 117 | 一、必备的安全装置 .....           | 145 |
| <b>第七章 电梯远程监控与救援</b> .....                  | 123 | 二、辅助安全装置 .....            | 147 |
| 第一节 远程监控的概述 .....                           | 123 | <b>第九章 电梯安装调试技术</b> ..... | 148 |
| 第二节 远程监控系统的实现 .....                         | 124 | 第一节 电梯安装前的准备工作 .....      | 148 |
| 一、远程监控的方式 .....                             | 124 | 一、安装班组的组成 .....           | 148 |
| 二、远程监控系统分类 .....                            | 124 | 二、安装技术资料的熟悉 .....         | 148 |
| 三、电梯远程监控的现状 .....                           | 125 | 三、施工进度安排 .....            | 148 |
| 四、监控系统的实现技术 .....                           | 125 | 四、施工现场的检查及工具准备 .....      | 148 |
| 五、电梯监控系统的发展方向 .....                         | 125 | 五、电梯井道的测量 .....           | 149 |
| 第三节 国内外常见监控系统介绍 .....                       | 127 | 六、电梯设备的开箱验收 .....         | 149 |
| 一、法国 AUTINOR 公司的电梯远程监控系统 .....              | 127 | 七、清理井道, 搭脚手架 .....        | 149 |
| 二、凯博电梯远程监控系统 .....                          | 128 | 八、样板架制作及挂线工艺 .....        | 150 |
| 三、上海永大电梯远程监控系统 .....                        | 128 | 第二节 机房内机械设备的安装 .....      | 151 |
|   |     | 一、承重梁的安装 .....            | 151 |
|   |     | 二、曳引机安装 .....             | 152 |
|   |     | 三、限速器的安装 .....            | 153 |

|                          |     |                         |     |
|--------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 第三节 井道内设备安装 .....        | 154 | 一、电梯的安全使用 .....         | 171 |
| 一、导轨、导轨支架的安装 .....       | 154 | 二、电梯的安全操作规程 .....       | 171 |
| 二、轿厢、安全钳及导靴的安装 .....     | 156 | 第二节 电梯的一般保养 .....       | 173 |
| 三、安装轿门 .....             | 158 | 第三节 电梯零部件维修保养技术 .....   | 175 |
| 四、安装缓冲器 .....            | 158 | 一、曳引机的减速箱、制动器、曳引轮、      |     |
| 五、对重的安装 .....            | 159 | 曳引电动机的保养 .....          | 175 |
| 六、安装厅门及门锁 .....          | 159 | 二、曳引绳与绳头组合的保养 .....     | 176 |
| 七、安装曳引绳锥套和挂曳引绳 .....     | 161 | 三、导轨和导靴的保养 .....        | 176 |
| 八、补偿装置的安装 .....          | 163 | 四、限速器与安全钳的保养 .....      | 176 |
| 第四节 电梯电气部分安装技术 .....     | 163 | 五、轿门、厅门和自动门锁的保养 .....   | 176 |
| 一、安装控制柜和井道中间接线箱 .....    | 163 | 六、自动门机的保养 .....         | 177 |
| 二、安装分接线箱和敷设电线槽或电         |     | 七、缓冲器的保养 .....          | 177 |
| 线管 .....                 | 164 | 八、导向轮及反绳轮的保养 .....      | 177 |
| 三、安装极限开关、限位开关或端站         |     | 九、井道电气开关的保养及其检查维修 ..... | 177 |
| 强迫减速装置 .....             | 164 | 十、机房和井道的保养 .....        | 177 |
| 四、安装召唤箱、指层器、换速平层         |     | 十一、控制屏的保养及其检查维修 .....   | 177 |
| 装置 .....                 | 165 | 第四节 电梯电气维修技术与故障排除 ..... | 178 |
| 五、电气控制系统的保护接地或接零 .....   | 165 | 一、电梯电气维修基础 .....        | 178 |
| 第五节 电梯安装后的试运行和调整技术 ..... | 166 | 二、电梯常见故障及排除方法 .....     | 181 |
| 一、试运行前的准备工作 .....        | 166 | 附录 .....                | 184 |
| 二、试运行和调整 .....           | 167 | 附录一 电梯监督检验规程 .....      | 184 |
| 三、试运行和调整后的试验与测试 .....    | 168 | 附录二 电梯监督检验内容要求与方法 ..... | 185 |
| 第六节 电梯安装的安全注意事项 .....    | 168 | 参考文献 .....              | 196 |
| 第十章 电梯的保养和维修 .....       | 170 |                         |     |
| 第一节 电梯的管理与安全操作 .....     | 170 |                         |     |



# 第一章 电梯的发展、分类、规格参数

## 第一节 序 言

### 一、电梯的现状 & 定义

随着现代化城市高速发展，为建筑物内提供上下交通运输的电梯工业也迅速发展起来。电梯不仅是生产运输的主要设备，更是人们生活和工作中必备的交通工具。和汽车一样，电梯已成为人们频繁使用的交通运输设备。

震惊世界的“9·11”事件使得世界闻名的美国纽约世界贸易中心大楼毁于一旦。这幢宏伟的大厦高410m，共110层，是世界最高的建筑之一。在建筑物满员时，每天要输送5万人员上下班及8万来访和旅游的人员。如何每天高速有效地运送13万人，是一个关键的问题。该大厦内配置了208台电梯和49台扶梯。其中，第44层和第78层是休息厅，乘客在该处换乘中转。通过电梯的合理配置，乘客在5分钟内可到达大厦的任何位置。

在我国上海浦东新区兴建了数不清的高层建筑，其中有地上88层、地下3层、建筑高度为420.5m的超高层建筑——金茂大厦。大厦内安装有60台电梯和18台扶梯，这当中包含有目前世界上最高运行速度(8m/s)的电梯。

著名的东方明珠电视塔，塔高468m，是世界第三高塔。塔内安装了6台高速乘客电梯和一台双轿厢电梯；还有两台额定载重为2000kg，额定速度7m/s，最高行程286.3m的电梯。

在高层建筑中，电梯的作用在一定程度上比建筑物本身更为重要，设计上稍有疏忽，就很容易降低建筑物的使用功能，或造成垂直交通拥挤。因此，在现代建筑物中，电梯和扶梯的设计、使用和监控管理有着举足轻重的地位。电梯的安装、使用和控制方式的好坏，直接影响着整个建筑的使用效率。

由上述可知，电梯、自动扶梯与人类的工作和生活有着越来越密切的关系。电梯和自动扶梯已渗透到人们生活、工作的每个角落。目前，世界上有数百万台电梯在使用，电梯已是人类必不可少的垂直交通工具。

生活中，人们经常在使用电梯和自动扶梯，而很多人对电梯和自动扶梯没有正确的概念，甚至将电梯和自动扶梯都称为电梯。这是不对的。那究竟什么是电梯，什么是自动扶梯呢？正确的定义如下。

电梯——服务于规定楼层的固定式升降设备。它具有一个轿厢，运行在至少两列垂直的或倾斜角小于 $15^\circ$ 的刚性导轨之间。轿厢尺寸与结构型式便于乘客出入或装卸货物。

自动扶梯——带有循环运行梯级，用于向上或向下倾斜输送乘客的固定电力驱动设备。

自动人行道——带有循环运行(板式或带式)走道，用于水平或倾斜角不大于 $12^\circ$ 输送乘客的固定电力驱动设备。

由此可见，自动扶梯和自动人行道是电梯家族的一个分支或近亲，但不同于电梯。

### 二、电梯的发展简史

如前所述，电梯在人类生活中占有如此重要的地位。然而，电梯家族并没有悠久的历史，电梯面世至今不过一百多年，但电梯的发展速度，令人惊叹。

电梯的发展可追溯到公元前1115年至公元前1079年之间，我国劳动人民发明的辘轳，

被认为是现代电梯的鼻祖。公元前 236 年的古希腊，阿基米德设计出一种人力驱动的卷筒式卷扬机，安装在妮罗宫殿里，共有 3 台，被认为是现代电梯的雏形。

1835 年，英国的一家工厂安装使用了一台蒸汽机拖动的升降机械。

1845 年，英国的一名叫汤姆逊的人制作了一台水压式升降机，被认为是液压电梯的雏形。

1852 年，在德国柏林，人类历史上最早也最简单的电梯——用电动机拖动提升绳带动一只木匣子，也就是最原始的轿厢上下运行，其被用来运送粮食与其他物料。

1857 年，第一台载人电梯问世，为不断升高的高楼大厦提供了重要的垂直运输工具。

1889 年，美国人奥的斯研制了一种用于电梯的安全保护装置，被用于升降机。之后发展起来的奥的斯电梯公司生产使用了第一台电梯。这种电梯以直流电动机与蜗杆传动直接连接，通过卷筒升降电梯轿厢，速度为 0.5m/s，也被称为鼓轮式电梯。

1900 年，美国奥的斯电梯公司的第一台扶梯试制成功，并在巴黎的世界博览会上展出。当时扶梯的梯级板是平的，踏板面是用硬木制成。

1903 年，美国奥的斯公司改进轿厢驱动形式，以曳引轮取代了绳鼓。钢丝绳悬挂在曳引轮上，一端连接轿厢，另一端连接对重，曳引轮转动时，靠钢丝绳与曳引轮的绳槽之间的摩擦力驱动轿厢运行。这种驱动方式一直沿用至今，被称为曳引式电梯。

此后，电梯就以惊人的速度发展。1915 年，电梯自动平层系统设计成功；1933 年，美国制造了速度为 6m/s 以上的高速电梯，安装在纽约的帝国大厦；1949 年，出现了群控电梯，首批 4~6 台群控电梯用于纽约联合国大厦；1953 年，第一台自动人行道试制成功；1955 年，小型计算机（电子真空管）控制电梯问世；1962 年，8m/s 超高速电梯投入市场；1963 年，无触点半导体逻辑控制电梯试制成功；1967 年，可控硅应用于电梯，使电梯拖动系统简化；1971 年，集成电路被用于电梯；1972 年，数控电梯出现；1976 年，微机开始用于电梯；1984 年，日本推出 VVVF 电梯；1989 年，第一台直线电动机电梯出现，它取消了电梯机房，并对电梯的传统技术作了强大改进，电梯又进入一个新领域。

在旧中国，我国没有电梯制造业，只有美国奥的斯在我国上海、天津设立的几家维修点。1908 年，上海汇中饭店安装了第一台由美国奥的斯生产的电梯；1932 年，上海大新公司（现中百一店）安装了两台单人自动扶梯。1949 年，全国共有数百台电梯，上海、天津有几家修配厂。

新中国成立后，首先建立了上海电梯厂，开始生产电梯。1959 年，上台电梯厂生产了第一批双人扶梯，用于北京火车站。1976 年，上海电梯厂生产了第一批 100m 以上的自动人行道，用于首都机场。到目前为止，我国有数百家电梯生产厂家或相关厂家，电梯公司更是数不胜数。

### 三、电梯的发展趋势

#### 1. 电梯品种的变化

电梯品种要随着建筑需求而变化，电梯制造商提供的品种越多，其市场占有率也一定越大。随着超高层建筑的增多，就需要高速、大容量的电梯。由于其相应的控制系统复杂，制造技术难度增大，因此，目前只有少数几家大型电梯公司能提供此类产品。中、高层建筑中需求的电梯数量大，能提供此类产品的厂商也较多。近些年，住宅电梯开发的热潮已出现，带电梯的多层住宅在全国各地如雨后春笋般拔地而起，开发多层及小高层大楼配置的廉价、实用可靠的经济型住宅电梯是一个必然趋势。城市人口老龄化的加剧，亦成为今后几年电梯行业的热门话题。为解决老人及残疾人出行困难的问题，最好的途径是在原有住宅中加装电梯。随着经济的发展，私人住宅中的家用别墅电梯将是一个不可忽视的庞大市场。电梯品种

的多样化,也应体现在对传统电梯的改造和革新上,如无机房电梯就是在电梯驱动装置及其布置方式上具有独特风格的一种产品,它把影响建筑整体造型美观和人们居室日照的楼顶机房去掉了,既节省了建筑空间,又降低了制造成本。虽然目前这种电梯用量较少,但它代表了电梯技术的一种发展趋势。

## 2. 电梯的智能化

计算机、通信技术的发展,使大楼的信息得以快速传递,从而可实现大厦智能化。智能大厦中的垂直交通工具——电梯,显然更应是智能化的。智能化的电梯首先要与智能化大厦的所有自动化信息系统联网,如与消防、保安、楼宇设备控制等系统相互联系,使电梯成为更加安全、舒适、高效、优质的服务工具。串行通信以其布线简单、信息传输量大等优点,在电梯控制系统中的应用日益增多。由于去掉了微机接口板上的大量输入和输出电路,减少了井道、机房中的布线数量,其可靠性大大提高。随着大楼智能化程度的提高,现场总线技术已开始应用于电梯控制系统与大楼的BAS(建筑物自动化系统)、FAS(消防自动化系统)和SAS(安保自动化系统)中。

从电梯运行的控制智能化角度讲,要求电梯有优质的服务质量。控制程序中应采用先进的调度规则,使群控管理有最佳的调度模式。现在的群控算法中,已不单单是以“乘客等候时间最短”为目标,而是采用模糊理论、神经网络、专家系统的方法,将要综合考虑的因素(即专家知识)吸收到群控系统中去。在这些因素中,既有影响乘客心理的因素,也有对即将发生的情况作评价决策的因素,是专家系统和电梯当前运行状态组合在一起的多元目标控制。电梯的语音通告和信息显示就可实施周到的服务(如当电梯停站启动前尚未满员时,会广播“还可乘几个人,请挤一下”,这样就能通知尚在举棋不定的层站乘客做出判断),利用遗传算法对客流交通模式及调度规则进行优先信息处理,实现电梯调度规则的进化,以适应环境的变化。“以人为本”设计的电梯控制系统,将会使电梯的服务质量越来越好。

电梯困人故障一直困扰着电梯厂商,20世纪80年代初就有电梯厂商为电梯增加了远程监视系统,即在电梯轿厢内装设摄像和通讯系统,使被困轿厢中的乘客可以同大楼的监视人员建立联系。由于这种设施只限于电梯所在大楼,且由保安人员负责,因此,一旦发生电梯困人事故,还得通知专业人员来解困。而现在提出的远程监控服务系统,在远程监视系统上更进了一步,这种先进装置集通信、故障诊断、微处理机为一体,可以通过互联网将电梯的运行和故障信息传递到远程服务中心(即电梯远程监控维修中心),使维修人员知道电梯发生问题的所在,并判断如何去处理。例如,电梯轿厢由于门发生故障而被困于某层,远程维修中心根据故障状况进行判断后,可用遥控方式来打开轿门和层门,在无维修人员到現場的情况下,被困人员就可以离开轿厢;如果有的故障必须由维修人员到現場排除的话,为了使被困人员安心,远程服务中心可即刻向轿厢播放安抚语音,解除被困人员的紧张心理。自动扶梯安装远程监控装置后,除了能监视运行状况外,监控维修中心可根据显示的信息做出快速的急停处理,以免发生伤害事故。远程服务对用户的益处是显而易见的,电梯的远程监控不仅使用户得到了一个部件,而且使用户享受到了一整套的服务。远程维修监控中心始终监控着电梯运行,随时可以了解到电梯的运行状态和发生故障的属性,以使维修人员提早知道该电梯需维修的项目,减少了维修服务的成本和时间。这种预保养式的售后服务方式,在国外是深得用户信赖的,这也将是我国电梯工业技术发展的重要方向。

## 3. 绿色电梯

日益严重的环境污染问题已迫使人们改变传统的思想观念,绿色产品、绿色技术、绿色

产业、绿色企业等“绿色”新概念将成为 21 世纪的主流色调。一个全球性的绿色市场，为企业发展提供了广阔的空间。可以预言：谁最先推出绿色产品抢占绿色营销市场谁就掌握了竞争的主动权。国外已经开始绿色电梯的研究，研究的重点主要在电梯的制造、配置以及安装与使用过程中的节能和减少环境污染等方面。

电梯能耗大约占大楼总能耗的 3%~7%，它与大楼的功能，楼层的高度、面积以及客流量有关。减少电梯能耗的措施是多方面的，主要包括原材料的充分利用和再利用、电梯数量和电梯参数的优化配置、选择高效的驱动系统、减少电梯机械系统的惯性和摩擦阻力、合理应用对重或平衡重、选用节能照明、客流和运货的规划、出入口的布置等，这些都需要在电梯设计时预先优化选择和确定。在停站较少的电梯布置中，一个主机驱动两个轿厢的双轿厢电梯是一种节能的方案。在电梯的节能降耗上不断应用新技术，如永磁同步电动机的应用就是一个很好的实例。而减少能耗的另一途径是电梯运行过程的能耗控制，即利用电梯空载上行、满载下行时电动机处于发电状态的特性，将再生发电的能量反馈给电网。这种节能措施在高速电梯上效果尤为显著。还有一种节能方案是在软件控制中得以实现的，如建立实时控制的交通模式，尽量以较少的运行次数来运载较多的乘客，使电梯的停站次数减至最少。电梯召唤与轿厢指令合一的楼层入口乘客登记方案是电梯控制方式的一项革命性技术，使原来层站上乘客未知的目的层变得一目了然，从而使控制系统的派梯效率达到最高。减少运行过程能耗的另一措施是将电梯运行中加、减速度模式设置成变参数，即电梯控制系统中运行的速度、加速度以及加速度变化率曲线既随运行距离变化，也随轿厢负载变化，通过仿真软件模拟，以确定出不同楼层之间的最佳运行曲线。国外有资料表明：同一台电梯，当速度、加速度在±20%的预定值内变化时，其能耗将有 30%的变化。利用电梯机房在楼顶的优势，充分利用太阳能作为电梯的补充能源也将是一个新的课题。

我国香港特别行政区有一个电梯与自动扶梯能耗限制的技术法规，限制的内容包括允许的最大功率、电梯的运行分区、控制系统的选择、电源高次谐波的失真量、总功率因素等。由此可见，现代建筑物中电梯的能耗，已经越来越受到重视。

除了应使电梯用的油（液压油、传动油、润滑油等）的污染减至最少外，另一个问题是对电梯的电磁兼容性的研究。由于电梯是唯一在大楼里频繁启动的大容量电器设备，因此它是电磁干扰的“元凶”。电梯的电器和电子装置产生的电磁辐射将影响大楼的办公设备，如无线电、电视机、计算机、无绳电话等。上海某医院使用调频调速电梯后，电梯的启动、制动过程直接影响了医院核磁共振仪的波形就是一个典型的例证。但是，电梯也不应该被环境中的电磁辐射所影响，特别是电梯的安全电路应有可靠的隔离措施。目前，欧盟已制定了电磁抗扰性 CE 标准。如在无线电环境中，频率范围在 30Hz~230MHz 之间，允许的辐射水平是 30dB，路程为 30m（在 3~10m 范围内是 40dB）。而在有线传输环境中，辐射水平与频率和电流有关。例如，电流不大于 25A，频率范围为 0.15~0.50MHz 之间时，允许的最大辐射水平是 79dB。虽然目前我国尚无条件也无统一标准对整个电梯进行电磁兼容性的实验，但是为了保护环境和电梯的安全运行，为了能使乘客享受到绿色电梯提供的服务，这方面的研究也是非常必要的。

## 第二节 电梯的分类

电梯的分类有多种方式，可按以下几种形式分类。

### 一、按用途分类

① 乘客电梯（客梯）：为运送乘客而设计的电梯。主要用于宾馆、饭店、大型商厦等客流量大的场合。

② 载货电梯（货梯）：为运送货物而设计的，通常有人伴随的电梯。主要用于车间、仓库等场合。

③ 客货两用梯：主要用作运送乘客，但也可运送货物的电梯，它与乘客电梯的区别在于轿厢内部的装饰结构不同。

④ 住宅电梯：供住宅楼使用的电梯。

⑤ 杂物梯（服务电梯）：供图书馆、饭店、办公楼运送图书、食品、文件等，不允许人员进入的电梯。

⑥ 病床电梯：为运送病床而设计的电梯。

⑦ 特种电梯：为特殊环境、特殊条件、特殊要求而设计的电梯。如船用电梯、汽车用电梯、观光梯、防爆电梯、防腐电梯等。

## 二、按速度分类

① 低速电梯：速度  $v \leq 1.0 \text{m/s}$  的电梯。

② 快速电梯：速度  $1.0 \text{m/s} < v < 2.0 \text{m/s}$  的电梯。

③ 高速电梯：速度  $2.0 \text{m/s} \leq v < 6.0 \text{m/s}$  的电梯。

④ 超高速电梯：速度  $v \geq 6.0 \text{m/s}$  的电梯。

## 三、按驱动方式分类

① 交流电梯：用交流电动机驱动的电梯。

② 直流电梯：用直流电动机驱动的电梯。

③ 液压电梯：用液压传动的电梯。

④ 齿轮齿条式电梯：利用齿轮齿条传动的电梯。

## 四、按有无减速器分类

① 有减速器的电梯：常用于梯速为  $2.0 \text{m/s}$  以下的电梯。

② 无减速器的电梯：常用于梯速为  $2.0 \text{m/s}$  以上的电梯。

## 五、按曳引机房的位置分类

① 机房位于井道上部的电梯。

② 机房位于井道下部的电梯。

③ 无机房电梯。

## 六、按控制方式分类

① 轿内手柄开关控制的电梯。

② 轿内按钮控制的电梯。

③ 轿内、外按钮控制的电梯。

④ 轿外按钮控制的电梯。

⑤ 信号控制的电梯。

⑥ 集选控制的电梯。

⑦ 2台或3台并联控制的电梯。

⑧ 梯群控制的电梯。

## 七、按拖动形式分类

① 交流异步单速电动机拖动的电梯。

② 交流异步双速电动机变极调速拖动的电梯。

③ 交流异步双绕组双速电动机调压调速（AVCC）拖动的电梯。

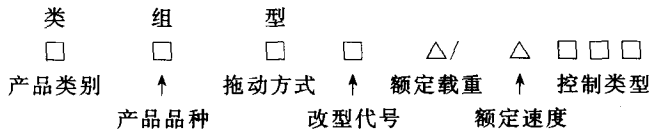
④ 交流异步单速电动机变频调压调速（VVVF）拖动的电梯。

⑤ 直流电动机调压调速（DCVV）拖动的电梯。

### 第三节 电梯的型号及参数规格

#### 一、电梯的型号

所谓型号，即采用一组字母和数字，以简单明了的方式，将电梯的基本规格主要内容表示出来。一般采用的编制方法如下。



其中，□——字母符号，△——数字符号。

例如：TKJ-1000/1.6-JX

其含义是：交流客梯-额定载重 1000kg/额定梯速 1.6m/s-集选控制方式

TKZ-1000/2.5-JX

其含义是：直流客梯-额定载重 1000kg/额定梯速 2.5m/s-集选控制方式

THY-1000/0.63-AZ

其含义是：液压货梯-额定载重 1000kg/额定梯速 0.63m/s-按钮控制方式

此外，近些年国外许多电梯厂家也分享了我国大量的市场，其命名方式也大致相同。如日本日立公司的电梯命名：

YP-15-CO90

其含义是：交流调速-15人-中分门，额定梯速 90m/min

F-1000-2S45

其含义是：货-1000kg-两扇旁开，额定梯速 45m/min

#### 二、电梯的主要参数和常用术语

(1) 额定载重量 (kg)、载客人数 (人) 指设计规定的电梯载重量 (载客人数) 或制造厂保证电梯正常安全运行的允许载重量 (载客人数)。它是电梯的主要参数。

(2) 额定速度 (m/s) 指设计规定的电梯运行速度或制造厂保证电梯正常安全运行的允许运行速度。它是电梯的主要参数。

(3) 轿厢尺寸 (mm) 指轿厢的内部尺寸和外廓尺寸，以“宽×深×高”来表示。

(4) 轿门形式 指电梯门的结构形式。可分为中分式、旁开式、直分式 (闸门式)。

(5) 开门宽度 轿厢门和层门完全开启的净宽。

(6) 曳引方式 常用的有半绕 1:1 吊索法；半绕 2:1 吊索法；全绕 1:1 吊索法。

(7) 电气控制系统 指电梯控制系统的构成形式，包括控制方式和调速方式。

(8) 层站数 指电梯可停靠的楼层 (站点) 总数。

(9) 提升高度 (mm) 从底层端站楼面至顶层端站楼面之间的垂直距离。

(10) 顶层端站 建筑物中电梯最高停靠站。

(11) 顶层高度 (mm) 由顶层端站地板至井道顶楼板下的最突出构件之间的垂直距离。

(12) 底层端站 建筑物中电梯最底停靠站。

(13) 底坑深度 (mm) 由底层端站地板至井道底坑地板之间的垂直距离。

(14) 井道尺寸 (mm) 建筑物为安装电梯预留的井道空间，以“宽×深”表示。

(15) 基站 轿厢无投入运行指令时停靠的层站。一般位于大厅或底层端站乘客最多的地方。

• (16) 平层 指轿厢接近停靠站点时，欲使轿厢地坎与层门地坎达到同一水平面的动作。也可理解为电梯正常停靠后轿厢门地坎与层门地坎相平齐的状态。

(17) 平层区 轿厢停靠站上方和（或）下方的一段有限区域。在此区域内可以用平层装置来使轿厢运行达到平层要求。

(18) 平层准确度 轿厢到站停靠后，轿厢地坎上平面与层门地坎上平面之间垂直方向的偏差值。

(19) 供电系统 为电梯提供电力能源的设备或装置。

(20) 曳引电动机 为电梯提供动力的专用电动机。



## 第二章 电梯的机械系统

电梯是机电一体化的大型复杂产品。机械部分相当于人的躯体，电气部分相当于人的神经。机与电的高度结合，使电梯成为现代科技的综合产品。现将电梯分为机械和电气两大系统，分别阐述其基本结构和原理。

机械系统由曳引系统、轿厢和对重装置、导向系统、厅、轿门及开关门系统、机械安全保护系统等组成。其中曳引系统由曳引机、导向轮、曳引钢丝绳、曳引绳头等部件组成。导

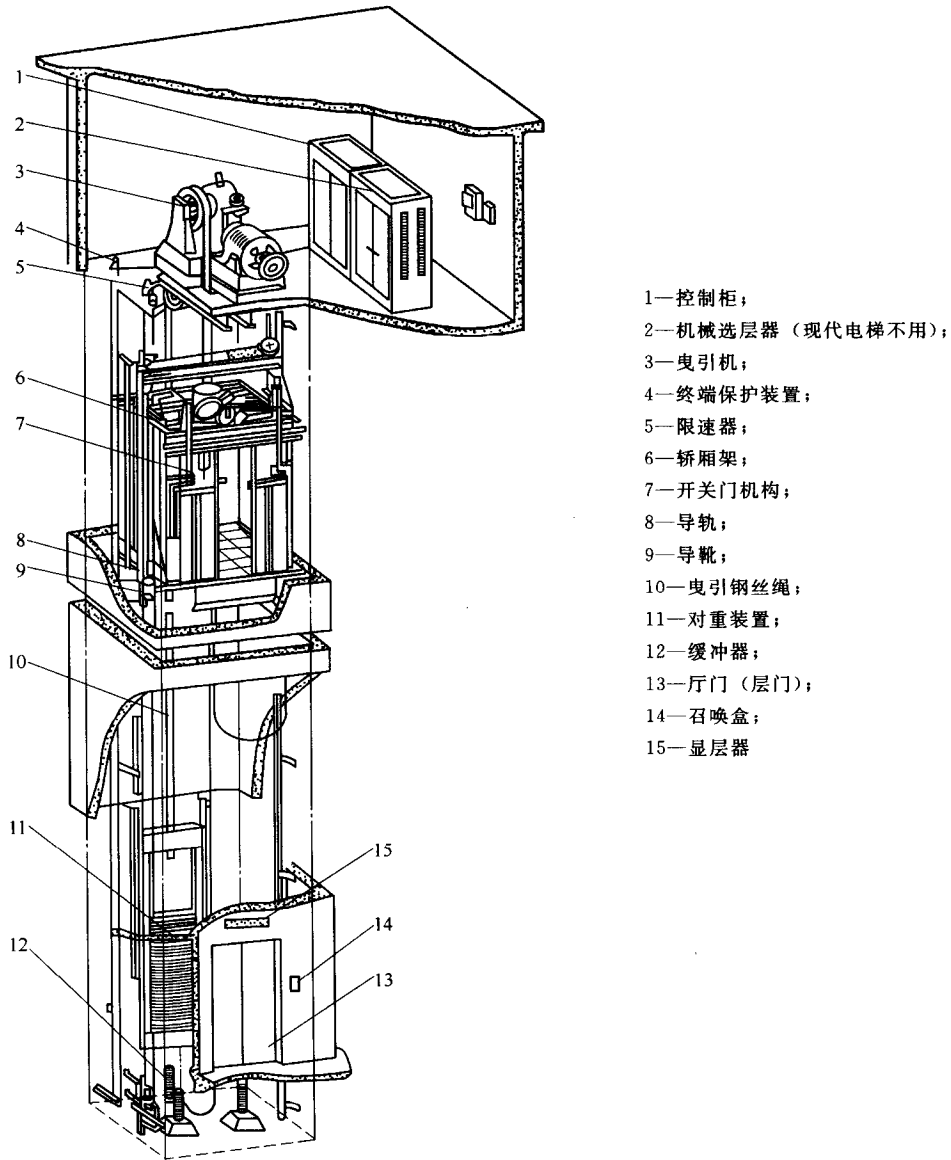


图 2-1 电梯整体结构

向系统由导轨架、导轨、导靴等部件组成。机械安全保护系统主要由缓冲器、限速器、安全钳、制动器、门锁等部件组成。厅、轿门及开关门系统由轿门、厅门（层门）、开关门机构、门锁等部件组成。

电气控制系统主要由控制柜、操纵箱、召唤盒、显层器和安装在有关电气部件上的几十个电器元件和各种电线电缆组成。电梯的整体结构如图 2-1 所示。

## 第一节 曳引系统

曳引系统的功能是输出和传递动力，使电梯上下运行。主要由曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、反绳轮等组成。根据曳引传动的型式不同，曳引系统在结构上也有所不同，所需的组件也不同。

### 一、电梯的驱动

根据电梯使用的不同要求，电梯的驱动可采用曳引驱动、液压驱动、卷筒驱动、齿轮齿条驱动、螺杆驱动等方式。但使用最广泛的是曳引驱动。

曳引驱动是采用曳引轮作为驱动部件。钢丝绳挂在曳引轮上，一端悬吊轿厢，另一端悬吊对重装置，由钢丝绳和曳引轮绳槽之间的摩擦力驱动轿厢和对重上下运行。这种力被称为曳引力，因此，这种驱动形式的电梯称为曳引电梯。

电梯曳引钢丝绳的绕绳方式主要取决于曳引机的安装位置、轿厢的额定载重、额定速度等条件。曳引机的位置通常设在井道的上部，故在曳引电梯中通常采用的绕绳方式如图 2-2 所示。

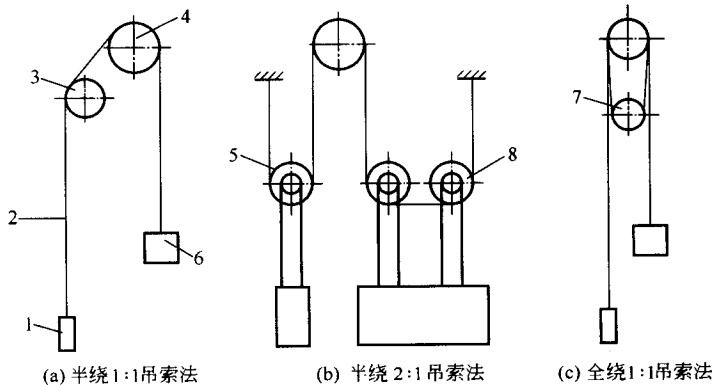


图 2-2 电梯常用曳引方式

1—对重装置；2—曳引绳；3—导向轮；4—曳引轮；5—对重轮；6—轿厢；7—复绕轮；8—轿顶轮

曳引绳挂在曳引轮和导向轮上，且曳引绳对曳引轮的最大包角不大于  $180^\circ$  的绕绳方式，称为半绕式。包括轿厢运行速度等于钢丝绳运行速度的半绕 1:1 吊索法；轿厢运行速度等于钢丝绳运行速度一半的半绕 2:1 吊索法。曳引绳绕曳引轮和导向轮一周以后才被引向轿厢和对重的绕绳方式称为复绕式或全绕式，一般采用全绕 1:1 吊索法。有些电梯的曳引机设置在井道底部的旁侧或地下室，也有将曳引机设在井道中间位置的，其绕绳方式较为复杂，也不常用。

### 二、曳引机

曳引机又称主机，是驱动电梯的轿厢和对重装置作上、下运动的动力装置。

#### (一) 曳引机的分类

##### 1. 按驱动电动机分类