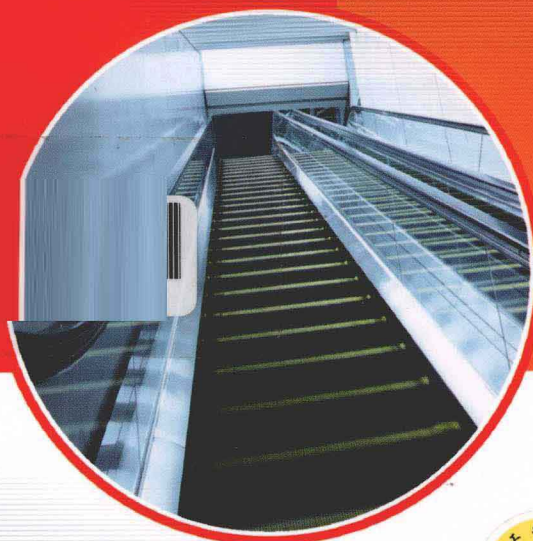


电梯控制、 安全与操作



◎ 刘 剑 朱德文 著

D IANTI KONGZHI
ANQUAN YU CAOZUO



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电梯控制、安全与操作

刘 剑 朱德文 著



机械工业出版社

本书内容包括三大部分：电梯的控制、安全与操作。电梯控制包括：电梯控制技术中的遗传算法、新的电梯控制技术、电梯交通配置技术、电梯群控技术和电梯节能技术。电梯安全包括：电梯规范与电梯安全、电梯电气安全技术、电梯施工和运行安全技术及电梯维修安全技术。电梯操作包括：电梯设计技术、电梯电气施工技术和电梯的计算机控制及实现。

本书内容精练、讲解透彻、可操作性强，以实例和数据为依据，便于读者应用和掌握。

本书可供电梯安装、施工、控制、运行和设计人员以及电梯维修、检验和调试人员使用，也可供相关专业高等院校师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

电梯控制、安全与操作/刘剑，朱德文著. —北京：机械工业出版社，2011.3

ISBN 978-7-111-33501-6

I. ①电… II. ①刘… ②朱… III. ①电梯—电气控制 ②电梯—安全技术
③电梯—操作 IV. ①TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 026760 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：张 晶 责任编辑：蔡家伦

封面设计：张 静 责任印制：杨 曦

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2011 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.75 印张·576 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-33501-6

定价：46.00 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

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010) 68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

要了解和掌握电梯技术，就要掌握电梯控制、安全与操作的相关知识。

因为应用到电梯中的控制技术有很多，但真正应用和推广的并不多，很多都停留在“理论”上或者论文上，需要总结和实施。

我国是生产和使用电梯的大国。新的电梯技术不断推出。调查显示，我国电梯控制技术落后于电梯产品技术。新的电梯产品已经在国内使用（包括在国内生产），但新的电梯控制技术在国内外还未公开，核心控制技术还未见诸书报（可能因为厂家保密）。到现在为止，在我国还很难见到电梯前沿控制技术方面的图书。比如电梯交通配置——量化技术一直停滞不前。

据统计，我国从2002~2005年，电梯事故死亡率偏高，在0.034~0.133之间；而欧美工业发达国家从20世纪60~90年代的电梯事故死亡率在0.013~0.032之间。我国电梯事故中严重事故居多，死亡人数也多；而欧美工业发达国家的电梯事故以轻伤者居多。我们面临的电梯安全形势严峻，不容乐观，需要普及电梯技术，特别是普及新的电梯控制技术。电梯技术归根结蒂在于电梯的使用和电梯技术的实施，这属于电梯操作方面的内容。

本书特点为：

1. 选材内容少而精，不求多而全。
2. 内容讲解透彻，可操作性强。
3. 以实例和数据为依据，进行科学的分析和判断。
4. 书中技术内容新颖、实用，便于推广。

本书主要内容是由朱德文教授主持的国家自然科学基金资助项目（69874026）的应用内容。

本书包括三部分内容：电梯操作、安全与控制。其中，电梯控制包括电梯控制技术中的遗传算法（第2章）、新的电梯控制技术（第3章）、电梯交通配置技术（第4章）、电梯群控技术（第5章）和电梯节能技术（第6章）。电梯安全包括电梯规范与电梯安全（第7章）、电梯电气安全技术（第8章）、电梯施工和运行安全技术（第9章）及电梯维修安全技术（第10章）。电梯操作包括电梯设计技术（第11章）、电梯电气施工技术（第12章）和电梯的计算机控制及实现（第13章）。

本书第2章和第13章由刘剑教授撰写，其余各章均由朱德文教授撰写。全书由朱德文统稿和校核。撰写中《中国电梯》编辑部给予了大力支持，提供了大量资料；沈阳市电梯协会秘书长赵学成高工和辽宁省质量技术监督局尤建阳教授级高工也提供了部分资料；在计算机绘图上，得到了中国科学院沈阳自动化研究所高恩阳博士的协助。本书得到沈阳建筑大学学术专著出版基金资助。在此，著者谨对上述各位、各部门表示由衷的感谢！

由于著者水平有限，书中难免存在不足，敬请读者指正。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 电梯的分类、结构及功能	1
1.1.1 电梯的分类	1
1.1.2 电梯的功能	3
1.1.3 交流变压变频电梯的结构	4
1.2 电梯控制技术和智能建筑	6
1.3 电梯控制技术及其发展趋势	8
1.3.1 电梯控制技术及产品	8
1.3.2 我国电梯控制技术及其发展趋势	10
第 2 章 电梯控制技术中的遗传算法	11
2.1 遗传算法简介	11
2.1.1 遗传算法的基本思想和特点	11
2.1.2 遗传算法的实现步骤	12
2.1.3 遗传算法的应用领域	12
2.2 遗传算法在电梯控制系统中的应用	13
2.2.1 基于遗传算法的电梯控制系统的结构和实现	13
2.2.2 遗传算法应用实例	17
2.3 遗传算法与神经网络控制算法结合在电梯中的应用	18
2.3.1 神经网络控制算法在电梯中的应用	18
2.3.2 遗传算法优化神经网络在电梯中的应用	20
2.4 遗传算法与模糊神经网络控制算法结合在电梯中的应用	21
2.4.1 模糊控制算法及其在电梯中的应用	21
2.4.2 模糊神经网络控制算法在电梯中的应用	25
2.4.3 遗传算法与模糊神经网络结合在电梯中的应用	27
第 3 章 新的电梯控制技术	30
3.1 无机房电梯技术	30
3.1.1 无机房电梯关键技术	30
3.1.2 通力无机房电梯和无机房无对重电梯	34
3.1.3 典型的无机房电梯产品和技术	35
3.2 永磁同步无齿轮曳引技术	37
3.2.1 永磁同步无齿轮曳引机电梯的特点	37
3.2.2 永磁同步无齿轮电梯产品和技术	37
3.2.3 永磁同步无齿轮电梯的应用注意事项	39
3.2.4 永磁同步行星电梯曳引机	40

3.3 可变速电梯技术	41
3.3.1 可变速电梯简介	41
3.3.2 可变速电梯的驱动原理	42
3.3.3 可变速电梯的动作过程和安全功能	43
3.3.4 VSE 可变速电梯系统	44
3.4 振动抑制及检测技术	45
3.4.1 高速电梯中轿厢的振动及抑制	46
3.4.2 无机房电梯的振动和抑制	48
3.5 光幕检测技术	50
3.5.1 电梯光幕检测	50
3.5.2 电梯门保护系统	52
3.5.3 电梯门传感器	54
3.6 电子新技术	56
第4章 电梯交通配置技术	58
4.1 电梯交通配置的原理和量化	58
4.1.1 电梯交通配置原理	58
4.1.2 电梯交通系统输出量期望值	60
4.2 电梯交通配置操作	63
4.2.1 电梯交通配置的基本步骤	63
4.2.2 电梯交通配置的计算机辅助设计	63
4.2.3 电梯运行周期的计算	65
4.2.4 多轿厢电梯运行周期的计算	66
4.3 电梯交通最优配置	68
4.3.1 电梯交通最优配置的基本方法	68
4.3.2 电梯交通最优配置的分区和仿真方法	69
4.4 电梯交通配置应用实例	72
4.4.1 医院电梯交通配置工程	72
4.4.2 办公楼电梯交通配置的计算机辅助设计举例	76
4.4.3 住宅楼电梯交通配置及其核准问题	79
4.5 电梯交通选型分析	80
4.5.1 电梯选型的配置原则和需注意的技术问题	80
4.5.2 高层建筑物中电梯系统的功能选择	82
第5章 电梯群控技术	85
5.1 电梯交通系统的动态特性和电梯群控	85
5.2 电梯群控的种类和发展	86
5.2.1 电梯群控系统的分类和发展历程	86
5.2.2 电梯群控技术的发展方向	87
5.2.3 继电器程序控制群控	88
5.2.4 最短候梯时间群控	88
5.2.5 应用集成电路群控	90

5.2.6 人工智能电梯群控	91
5.3 电梯交通智能控制及其应用	93
5.3.1 具有多传感器的电梯群控系统	93
5.3.2 使用自动学习算法的多台轿厢电梯控制	95
5.4 电梯群控操作系统举例	101
5.4.1 三菱电梯群控系统	101
5.4.2 新时达电梯群控和监视系统	104
5.4.3 Dexia-Bil 金融中心电梯群控工程	107
第 6 章 电梯节能技术	110
6.1 电梯节能和环保综述	110
6.1.1 电梯能耗环节分析	110
6.1.2 电梯节能技术	111
6.1.3 电梯能耗评价指标与检测方法	112
6.1.4 综合节能措施	113
6.2 交流变压变频调速电梯和交流调压调速电梯的节能比较	114
6.2.1 电梯节能方式的发展历程	114
6.2.2 电梯节能新技术和节能系统	115
6.3 电梯节能系统	118
6.4 电梯节能系统的应用	119
6.4.1 一体式住宅电梯	119
6.4.2 节能控制系统	120
6.5 能量再生装置	122
6.5.1 电梯发电节能装置	122
6.5.2 富士达能量回馈装置	123
6.5.3 能源再生单元	125
第 7 章 电梯规范与电梯安全	128
7.1 电梯规范中关于电梯安全的规定	128
7.2 《电梯制造与安装安全规范》的安全技术	132
7.2.1 《规范》的安全要点	132
7.2.2 电梯集选功能失效分析	133
7.2.3 PLC 电梯粘连保护的改进	134
7.2.4 病床电梯超面积分析	135
7.3 轿厢上行超速保护装置	137
7.3.1 对《规范》中上行超速保护装置条文的理解	138
7.3.2 4 种类型的轿厢上行超速保护装置的比较	140
7.3.3 产品结构和技术尺寸	142
7.4 电梯乘坐质量讨论	144
7.4.1 电梯乘坐质量分析	144
7.4.2 同高速电梯相关的生理学极限	145
7.4.3 影响电梯舒适感的电气因素	147

第 8 章 电梯电气安全技术	148
8.1 电梯电气常见故障及保护	148
8.2 电梯电气安全装置	149
8.2.1 电动机的错、断相保护	149
8.2.2 曳引电动机的电气安全保护	151
8.3 电梯门安全保护	152
8.3.1 门机设计安全限制	152
8.3.2 层轿门问题的判定与处理	154
8.4 电梯无线安防管理系统	156
8.5 电梯软件保护	159
第 9 章 电梯施工和运行安全技术	161
9.1 电梯部件安装的安全问题	161
9.1.1 电梯安全部件	161
9.1.2 导轨安装问题及其解决方法	165
9.1.3 电梯无脚手架安装的安全问题	166
9.1.4 夹绳器的安装	167
9.2 钢丝绳对电梯运行安全的影响	170
9.2.1 电梯用钢丝绳的结构	170
9.2.2 电梯用钢丝绳的技术参数	172
9.2.3 电梯用钢丝绳的选型、存放和安装	175
9.2.4 电梯用钢丝绳的润滑、报废及绳头组合	178
9.2.5 曳引钢丝绳的损伤及测量	181
9.2.6 电梯曳引绳张力的偏差及测量	186
第 10 章 电梯维修安全技术	188
10.1 电梯故障和风险分析	188
10.1.1 电梯故障弱化软件结构	188
10.1.2 电梯安全可靠分析	191
10.1.3 曳引轮飞脱事故分析	193
10.2 电梯定期检测及安全问题	194
10.2.1 电梯定期检验和保养	194
10.2.2 电梯平衡系数测试	198
10.2.3 电梯维修与安全部件	200
10.3 无机房电梯的维修安全	208
10.3.1 检修运行和紧急救援运行	208
10.3.2 无机房电梯的安全措施	209
10.4 电梯改造安全技术	210
10.4.1 电梯加层改造问题	210
10.4.2 制动器电路的改进	211
第 11 章 电梯设计技术	214
11.1 电梯整体结构设计	214

11.1.1 电梯设计技术及其发展趋势	214
11.1.2 电梯总体设计举例	215
11.1.3 电梯整体控制设计	215
11.2 电梯电气设计	217
11.2.1 电梯电气设计的基本常识	217
11.2.2 电梯电气设计的结构分析	219
11.3 电梯部件设计	222
11.3.1 变频控制柜设计	222
11.3.2 电梯专用伺服驱动系统设计	226
11.3.3 总线控制系统	229
11.4 电梯改造设计	231
11.5 电梯设计实例及说明	234
11.5.1 电梯控制系统的抗干扰设计	234
11.5.2 北极光扶梯照明改造设计实例	236
第 12 章 电梯电气施工技术	237
12.1 机房电气设备的安装	237
12.1.1 电梯专用变频器的技术特点及安装尺寸	237
12.1.2 美国电梯专用变频器的技术数据和安装说明	239
12.1.3 控制柜安装须知	241
12.2 电气部件的安装	243
12.2.1 控制系统的安装	243
12.2.2 对讲呼叫系统的安装	245
12.2.3 电梯专用稳压器	246
12.3 无机房电梯电气施工	247
12.3.1 Weite 无机房电梯电气施工	247
12.3.2 Hopmann 无机房电梯电气施工	249
12.3.3 无机房电梯专用变频器的安装知识	251
12.3.4 美迪斯无机房电梯施工	251
第 13 章 电梯的计算机控制及实现	255
13.1 电梯的计算机控制网络及其实现	255
13.1.1 信号、拖动和软件控制	255
13.1.2 单微机控制交流调速电梯	258
13.1.3 多微机控制高速 VVVF 电梯	262
13.1.4 电梯群控系统的常用调度原则	266
13.2 电梯的计算机监控	268
参考文献	272

第1章 绪 论

狭义地说，电梯（Elevator, Lift）是指服务于规定楼层的固定式升降设备，具有一个或多个轿厢，运行在至少两列垂直或倾斜角小于 15° 的刚性导轨之间，轿厢尺寸与结构形式便于乘客出入和装卸货物。广义地说，电梯是指用动力驱动，利用沿刚性导轨运行的箱体或者沿固定线路运行的梯级（踏板），进行升降或者平行运送人、货物的机电设备。简单地说，电梯是指用轿厢服务于预定层站的固定式平行升降设备。

电梯的发展史大体上可分为四个阶段：13 世纪前的绞车阶段；19 世纪末以前的升降机阶段；20 世纪 70 年代中期以前的电梯阶段；现代电梯阶段。

对于电梯，需要关注和掌握的主要有三大要素：电梯的操作、电梯的安全及电梯的控制。如果这三大要素都掌握了，那就能真正控制电梯，让它为人们服务了。

第 1 章从电梯的分类、结构和功能讲起，介绍电梯控制技术和智能建筑，以及我国电梯控制技术及其发展趋势。

1.1 电梯的分类、结构及功能

1.1.1 电梯的分类

电梯分类有多种方法，主要包括：①按用途。②按驱动方式。③按速度。④按操纵控制。⑤按机房位置。⑥按电梯类目录。⑦按特种设备制造许可。⑧按分类分级。⑨按分级实施。⑩按影响形式试验结果。⑪按试验规程适用产品目录。⑫按有无司机。⑬按服务方式。电梯按用途进行分类见表 1-1。

表 1-1 电梯按用途进行分类

序 号	类 别	解 释
1	乘客电梯（Passenger Lift）	为运送乘客而设计的电梯，应用范围广泛
2	载货电梯 （Goods Lift, Freight Lift）	通常有人伴随，主要为运送货物而设计的电梯
3	客货电梯（Passenger-Goods Lift）	以运送乘客为主，也可运送货物的电梯
4	病床电梯（Bed Lift）	也称医务电梯，为运送病床（包括病人）及医疗设备而设计的电梯，应用在医院和医疗中心
5	住宅电梯（Residential Lift）	为便于运送乘客、家具和担架等而设计的，供住宅楼使用的电梯
6	船用电梯（Lift on Ships）	船舶上使用的电梯
7	观光电梯（Panoramic Lift, Observation Lift）	井道和轿厢壁至少一侧透明，乘客可观看轿厢外景物的电梯，主要运送乘客
8	杂物电梯 （Dumbwaiter Lift, Service Lift）	服务于规定楼层的定式升降设备，具有一个轿厢，就其尺寸和结构形式而言，轿厢内不允许进入，主要用于运送少量食品、图书和文件等。轿厢运行在两列垂直或倾斜角小于 15° 的刚性导轨之间。为满足不得进入的条件，轿厢的底板面积 $\leq 1.00\text{m}^2$ ，深度 $\leq 1.00\text{m}$ ，高度 $\leq 1.20\text{m}$ 。但是，如果轿厢由几个永久的间隔组成，而每一个间隔都能满足上述要求，则高度超过 1.20m 是允许的
9	汽车电梯 （Motor Vehicle Lift, Automobile Lift）	用做运送车辆而设计的电梯，应用在立体停车设备中
10	液压电梯（Hydraulic Lift）	依靠液压驱动的电梯，主要运送乘客或货物

(续)

序 号	类 别	解 释
11	服务电梯 (Servicelift Elevator)	运送内部职工或货物的多用途电梯。设置在大型办公楼或旅馆等建筑物内, 做内部服务用梯
12	消防电梯 (Fire Emergency Elevator, Fire Lift)	具有耐火封闭机构、防烟前室和专用电源, 发生火灾时供消防员专用, 非火警情况下, 也可做一般客梯用
13	自动扶梯 (Escalator)	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输送设备
14	自动人行道 (Passenger Conveyor)	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° , 输送乘客的固定电力驱动设备

注: 按照国家标准规定, 升降机和矿井电梯不属于电梯类, 而属于起重机械类。

按机房位置和轿厢尺寸分类, 依次分为:

1) 按机房所在位置分类见表 1-2。

表 1-2 按机房所在位置分类

序 号	类 别	解 释
1	上机房电梯	机房在井道顶部的电梯
2	下机房电梯	机房在井道底部旁侧的电梯
3	无机房电梯	不需设置电梯机房的电梯, 即机房设备设置在井道内部的电梯, 主要运送乘客

2) 按轿厢尺寸分类, 有单层轿厢电梯、双层轿厢电梯、“小型”电梯、“超大型”电梯等。其中双层轿厢电梯属于多轿厢电梯类型。多轿厢电梯类型包括双轿厢电梯、循环式电梯和分叉循环式电梯, 详细解释见表 1-3, 示意图如图 1-1 所示。

表 1-3 多轿厢电梯

序 号	类 别	详 细 解 释
1	双轿厢电梯 (DC 电梯)	在 1 条井道内有两台轿厢独立运行的方式, 如图 1-1a 所示
2	循环式电梯 (LT 电梯)	在 1 条井道内有多台轿厢在同一方向上运行的方式, 往上行方向服务的在上行方向井道内运行; 往下行方向服务的在下行方向井道内运行, 如图 1-1b 所示
3	分叉循环式电梯 (LTb 电梯)	图 1-1c 的下部表示这种方式的基站平面图。到达基站的下行方向井道 (Down Shaft) 处的轿厢沿着层站的移动空间 (Moving Space) 作水平运行, 在门设置的候梯厅 (Hall Space) 处, 完成乘梯事宜。此后, 再次在移动空间中作水平运行, 并由基站的上行方向井道 (Up Shaft) 出发

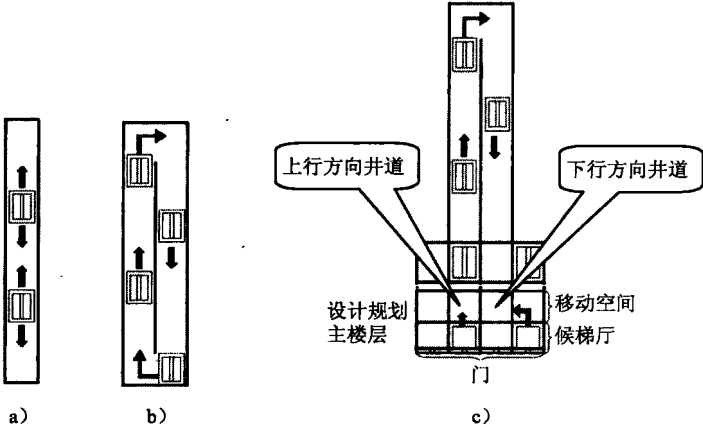


图 1-1 多轿厢电梯示意图

a) 双轿厢电梯 b) 循环式电梯 c) 分叉循环式电梯

电梯的结构如图 1-2 所示。电梯由机房、轿厢、井道和层站四部分构成。其层站操作盘和轿厢结构分别如图 1-3 和图 1-4 所示。

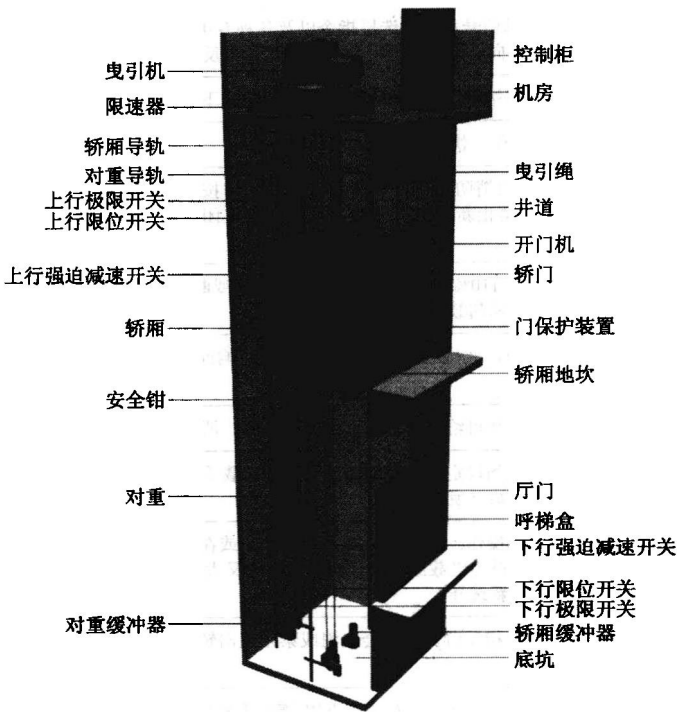


图 1-2 电梯结构

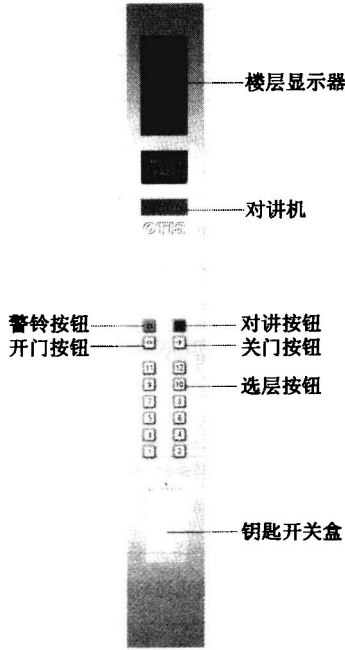


图 1-3 层站操作盘结构

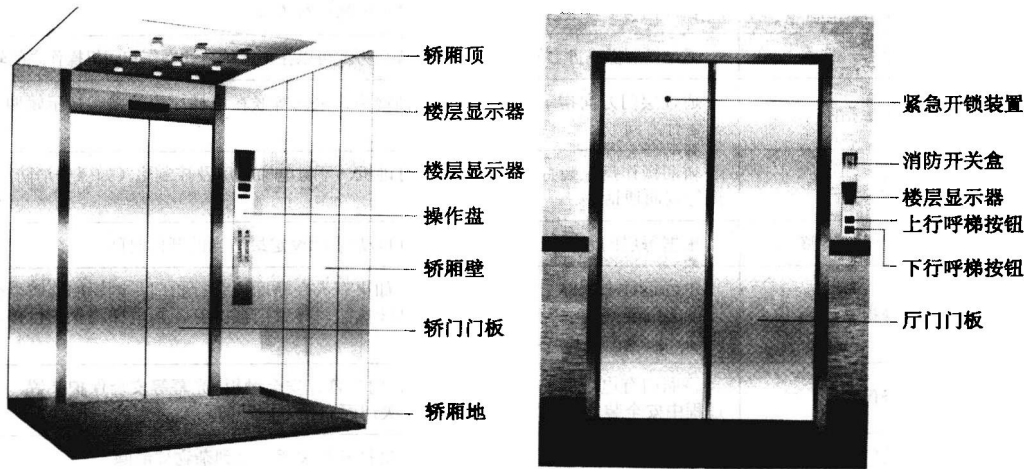


图 1-4 轿厢结构

1.1.2 电梯的功能

每台电梯都配有基本功能和选择功能。电梯的制造企业、型号、用途、选购数量（相同购梯款时选购电梯数量多则单个电梯功能少）都会影响它的基本功能和选择功能配置。所以用户在选择电梯时，首先要了解电梯具有哪些功能，然后根据自己的需要增添电梯功能。电梯的基本功能见表 1-4。

表 1-4 电梯的基本功能

编 号	项 目	内 容
1	全集选	电梯对来自各层站的上下呼梯信号和轿内选层指令以及各种专用信号进行综合分析判断后,将自动优选与轿厢运行方向一致的信号依次应答,然后再反向运行应答
2	下集选	除基站响应上行呼梯外,对基站以上各层站,电梯只响应层站下行方向呼梯指令
3	热线服务	24h 热线服务,为客户提供方便、快捷的维修服务
4	消防管制运行	若轿厢在自动操作状态下,当消防控制开关开启或呼叫返回按钮被按压时,电梯将清除所有已经登录的信号,并禁止新的信号登录,然后立刻关闭电梯门直接运行到指定楼层
5	超载报警	当轿厢内载荷达到额定载荷的 110%时,轿厢蜂鸣器发出连续或断续的警告声,同时阻止轿厢的关门动作,提示乘客电梯超载
6	警铃	轿厢操作盘上装设有紧急按钮,此按钮会使装于井道的铃鸣响或使机房及控制室的对讲机响铃示警
7	应急照明	当电梯突然停电时,充电式电池可给轿厢内紧急照明灯供电,消除乘客的恐惧感
8	满员直驶	当称重装置测出轿厢内负载达到设定的满员载荷值(约额定载重量的 80%)时,轿厢将只应答轿厢内选,不再应答层站召唤
9	防捣乱	此功能用于防止不适当的电梯操作。如果同时按下 3 个按钮或在短时间内按下 4 个按钮,或根据轿厢称量装置判断载荷为轻载或空载,而轿厢内选又大于 3 个或 4 个时,则会取消所有轿厢内选,让乘客重新选择
10	取消或禁止逆向登录	轿厢内选与轿厢实际运行方向相反时,电梯会取消或禁止反向轿厢内选,此时轿厢会自动开门放出要反向登录的乘客
11	取消错误呼叫	按错轿厢操作盘的选层按钮时,在 0.3~1.0s 的时间内连续重复按同一按钮两次,此登录便会取消
12	轿内服务方向指示	在轿厢操纵盘上或轿厢的门楣上显示轿厢运行方向
13	层站服务方向指示	在厅门旁召唤盒上或层站门上部显示电梯运行方向
14	司机服务	通过轿厢操纵盘上的开关,使电梯操作方式可以在正常的自动操作和司机操作之间转换
15	到站预报指示	通过层门方向指示灯的闪烁或到站铃声,来向等候在电梯厅内的乘客指示轿厢到站及其运行方向
16	对讲机	轿厢操作盘上装有电话或隐蔽式对讲机,可与电梯机房及控制室(如保安消防中心等)进行双向通话
17	开关门时间调整	根据每层的人员流动情况,系统可自动/手动设定最适当的开门时间
18	开门警报	电梯运行中或停于平层区以外时,如果有人在轿厢内强行扒门,则轿厢蜂鸣器会发出连续的报警声以示警告。如乘客还继续扒门,导致门被打开,则电梯将保护性停车,直到确认门关上后再启动
19	门安全保护	轿厢门有电眼、单/双侧安全触板、门光幕、安全触板+光幕等安全保护装置,当关门过程中安全装置被触发时,即刻停止关门而向反方向开门
20	重复关门	如果梯门未能关闭,电梯门就会重复打开和关闭,直到杂物被清除
21	强制关门	如果电梯门因某一原因保持打开的时间超过了预定时间,系统将强制关门
22	检修操作	为方便电梯的维护保养工作,在轿顶和控制柜内可进行检修和正常运行的转换

1.1.3 交流变压变频电梯的结构

交流变压变频(Variable Voltage Variable Frequency, VVVF)电梯是目前世界上应用最广、技术较新的梯种。从功能结构上看,它包括控制系统、电力拖动系统和机械传动系统三大部分。从组成结构上看,它包括机房、井道、层站和轿厢四大部分。其结构示意图如图 1-5 所示,其结构见表 1-5。

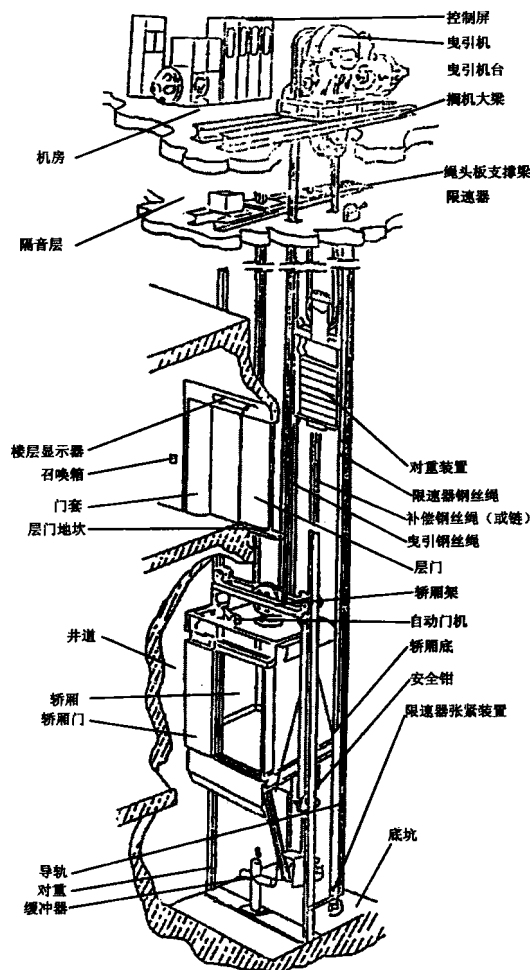


图 1-5 VVVF 电梯的结构示意图

表 1-5 VVVF 电梯的结构

序 号	结 构	解 释
1	电梯控制系统	电梯控制系统由计算机及其输入输出部件组成，其主要作用是对电梯的呼梯、指令信号进行实时处理，决定电梯的运行状态和方式，起动与制动等电梯运行的所有控制。其先进的计算机组件和灵活的控制软件，使电梯性能和运行质量大大提高
2	电力拖动系统	电力拖动系统采用交流变压变频控制技术，通过电压、电流和速度的信号反馈，由计算机对电梯交流电动机进行精确调节控制，使交流电梯运行效率大大提高，运行性能更加完善
3	机械传动系统	采用科学的优化设计和先进的加工工艺，使传动系统的整机性能大大提高，体积大大缩小，尤其是高速电梯的斜齿轮传动系统，使传统的蜗杆传动系统得到突破性的改革
4	机房部分	(1) 曳引机。曳引机是电梯的起重机构，安装在专用承重钢梁上，主要由下列部件组成： ① 驱动电动机。驱动电动机使用笼型三相异步电动机，采用变压变频 (VVVF) 驱动方式对电动机进行控制。电梯起动时，逆变器使定子电源频率从 5Hz 左右按控制要求上升到额定频率，使转速相应地从零平滑地上升到额定值。电梯停站前电源频率从额定频率按控制要求下降，使转速平滑地下降到零，实现电梯停层，保证了电梯具有良好的舒适度 ② 制动器。制动器为闭式电磁制动器，只在电动机通电运转时期松闸，当电梯停驶时即进行制动，并保持轿厢位置不变。即制动器通电松闸、失电制动，充分保证其工作的可靠性 ③ 减速器。减速器采用蜗轮蜗杆减速器（用于 $v < 2\text{m/s}$）或斜齿轮减速器（用于 $v = 2 \sim 4\text{m/s}$），具有高精度、高效率 and 低噪声的特点 ④ 曳引轮。曳引轮具有半圆形带切口的绳槽，保证钢丝绳与绳槽间产生足够的摩擦力 ⑤ 防振装置。防振装置采用橡胶防振装置，安装在曳引机座与承重钢梁之间，以消除或减小曳引机的振动，提高电梯运行时的舒适度

(续)

序 号	结 构	解 释
4	机房部分	(2) 限速器。通过安全绳索与轿厢的连接把轿厢的运动传给限速器,使限速器轮转动,当轿厢运动速度超过允许的安全速度时,限速器即起作用: ① 通过超速限位开关,切断控制电路 ② 把限速器钢丝绳夹住,带动安全钳动作 (3) 控制屏。采用先进的微电子元件及电力电子元件,用现代的微电子技术及变频变压技术对电梯进行电气控制。在操纵装置的配合下,控制屏使电梯正确地实现起动或停止、上行或下行、快速或慢速,以及达到预定的自动性能和安全性能。当按下层站召唤按钮或轿内指令按钮时,控制系统按照原先编制设定的程序通过输入输出接口电路将信号输入微机系统,根据电梯当时的状态确定电梯的运行。屏上装有自动/检修(AUTO/HAND)开关和上行/下行(UP/DOWN)开关,对电梯实行机房控制。固定在印制电路板侧的发光二极管作为运行提示,帮助判断电梯是否正常,并实行故障显示
5	井道部分	(1) 导轨。导轨分为轿厢导轨和对重导轨,用压异板固定在导轨撑架面上。当电梯正常工作时,轿厢和对重沿导轨运动,以保持轿厢和对重相互之间以及与井道壁之间的位置要求,而当安全钳起作用时,导轨则起支持轿厢及其负载或对重的作用 (2) 对重。由曳引钢丝绳通过钢丝绳锥套或对重轮悬挂,用做平衡轿厢的自重和45%~50%的电梯额定载重量。在其上下两侧装有导轨,以使对重沿着对重导轨上下滑行 (3) 缓冲器。缓冲器有弹簧式和液压式两种,且区分为轿厢缓冲器和对重缓冲器,安装在轿厢架、对重架下面的井道底坑内。当轿厢在超载10%并以限速器允许的最大速度下降时,缓冲器应能承受相应的冲击 (4) 井道终端开关。装在井道的上下端站处,由装在轿厢上的撞弓触动,当电梯到达端站超越正常的停站控制位置时,能自动强迫减速并切断控制电路,使轿厢停止运行
6	层站部分	(1) 层门。在每一层站处都设有进入轿厢的门——层门。层门上设有门锁,只有当轿厢在该层站位置时才允许层门开启。层门还装有联锁触头,只有当门扇可靠关闭时才能允许电梯起动,而当门扇开启时在运行中的轿厢将立即停止运动 (2) 召唤按钮。召唤按钮装在每站层门旁,分为单钮和双钮两种,上下端站用单钮,中间层站用双钮,召唤按钮盒面板上还可设置钥匙锁。按一下某站的上行按钮或下行按钮,即把召唤信号输入电梯控制系统,使之接受召唤要求 (3) 楼层显示器。楼层显示器设在每一层站层门的上面或旁边,有时与召唤按钮结合在一起。其面板上有表示停站楼层的数字和表示运行方向的箭头,亮的数字表示轿厢在井道中的位置,亮的箭头指示电梯正在运行的方向。对仅用方向指示表示的楼层显示器,电梯运行时,亮的箭头指示出正在运行的方向,电梯的到达与否通过到站钟进行提前预报
7	轿厢部分	(1) 轿厢。轿厢是电梯的承载装置,它由曳引钢丝绳通过钢丝绳锥套或轿顶轮悬挂,轿厢通过安装在轿厢架上下两旁的导轨沿着轿厢导轨进行滑移运行。轿厢设有自动轿厢门,门上装有联锁触头,只有当轿厢门可靠关闭时才允许电梯起动,而一旦门扇开启,在运行中的轿厢就立即停止运行。在轿厢自动门的门沿上装有可活动的安全触板或光电保护、超声波保护装置等,当在关门过程中如安全触板或光电保护装置的光束接触到乘客或障碍物时,则由安全触板联锁触头或光电开关作用,使轿厢门立即停止关闭并迅速反向开启 (2) 安全钳。安全钳装置在轿厢架下梁的两旁,当电梯轿厢超速下降时,限速器将安全绳索卡住,拉动拉杆臂通过杆系使两旁安全钳快动作,安全钳即起作用而夹在导轨上,同时限速器开关也略超前起作用断开控制电路,使电梯停止运行。若在电梯井道底坑下设有地下室,对重架也应设置安全钳 (3) 操纵箱。操纵箱是装设在轿厢内轿厢门侧操纵器轿壁上的按钮箱,主要是借按钮组来控制电梯的起动、停止、上升、下降等,在操纵箱上还装有安全开关、慢车检修开关和应急按钮等 (4) 楼层显示器。楼层显示器一般设在轿厢门的上面,面板上有表示停站楼层的数字和运行方向的指示灯,亮的数字表示轿厢在井道中的位置,亮的箭头表示电梯运行方向 (5) 自动门机。自动门机采用交流电动机进行驱动,利用晶闸管控制电动机定子电压进行调速。其作用是根据控制信号实现自动开启或关闭轿厢门(并通过门刀带动层门) (6) PAD 平层感应式继电器装置。该装置设置在轿厢架顶旁,由装在井道内各层站的感应隔磁板触发,为控制系统提供门区平层信号,使电梯正确地实现开门和平层动作

1.2 电梯控制技术和智能建筑

广义地说,电梯的输送功能是智能建筑(Intelligent Building)整体功能的一部分。城市房地产业的发展必然促进电梯业的发展。为了适应城市化这种社会趋势,必然要求电梯业飞速发展。所以,智能建筑业的发展必然带动电梯控制技术的发展,而电梯控制技术的发展又大大提高了智能建筑的输送功能,保证了智能建筑的发展。

(1) 电梯的输送功能是智能建筑整体功能的一部分

智能建筑是综合采用电子信息技术、通信技术和计算机技术,对大楼的设备进行自动监控,对信息资源进

行管理,对用户提供综合信息服务的、符合未来信息化社会要求的建筑物。兴建智能建筑已成为当今世界跨世纪性的开发热点,也是各国综合国力的具体表征。电梯技术是构成智能建筑的三大系统技术之一——楼宇自动化技术中的重要内容。智能建筑业的飞速发展必然要带动电梯业的飞速发展。没有电梯技术与之相适应,智能建筑业的飞速发展将是不可想象的。比如高层建筑,没有电梯能上得去么?目前,在美国新建和改建的楼房中,70%是智能建筑。20 世纪末,日本有 65%的大楼已达到智能建筑的标准。国内的智能建筑业也在飞速发展,据统计,20 世纪末全国已建成智能建筑 1550 幢,其中北京 700 幢,上海 400 幢,广东和江苏分别分 250 幢和 200 幢。外刊预测,21 世纪全世界的智能建筑有一半以上将建在中国。由此可见电梯输送系统的重要性。

电梯设备投资约占建筑物基建总投资的 10%。在智能大厦中,包括电梯输送系统在内的电气工程造价甚至超过土木工程造价。对电梯交通动态特性的研究(电梯控制技术)是楼宇自动化系统的重要内容。自 1984 年出现智能建筑以后,电梯交通系统的功能便成为智能化建筑整体功能的一部分,建筑物本身连同各项设施在功能上形成了一个整体。

到了现代电梯发展阶段,电梯技术以计算机、群控和集成块为其特征,对于超高层建筑来说,电梯结构向双层轿厢和空中大厅(Sky Lobby)形式发展,电梯交通系统成为楼宇自动化的一个重要子系统。电梯控制技术(包括电梯群控系统技术)对办公楼、旅馆大楼、智能建筑、高层建筑的输送系统起着越来越重要的作用。比如高度在世界排名第 4(2005 年统计)的上海金茂大厦,坐落在浦东陆家嘴金融贸易区,主楼地上 88 层,高为 420.5m,建筑面积达 287359m²。大厦装有三菱公司制造的电梯 61 台,自动扶梯 18 台。两台速度为 9m/s 的菱形电梯,由地面基站直达第 88 层观光台只需 45s。

(2) 房地产业的发展促进电梯业的发展

中国电梯业发展迅速的原因之一是中国经济建设突飞猛进。入世以后,中国经济一直保持着高增长态势,2002~2007 年经济年平均增长率高达 10.3%,成为世界第 4 经济大国。中国经济建设的发展推动了房地产业迅速升温。2007 年有 20 多亿平方米的新建面积竣工,全国商品住宅完成投资 18010 亿元,比 2006 年增长 32.1%,全国完成房地产投资、商品住宅投资、办公楼投资、商业营业用房投资及其他投资比 2006 年增长情况如图 1-6 所示。

由于政府加强了宏观调控力度,房地产市场逐步走向稳健和规范轨道,电梯市场在健康发展的同时稳步攀升,电梯产销量 2007 年达到了 21.6 万台。截止到 2007 年年底,全国在用电梯达 917313 台,中国已经成为全球最大的电梯市场。

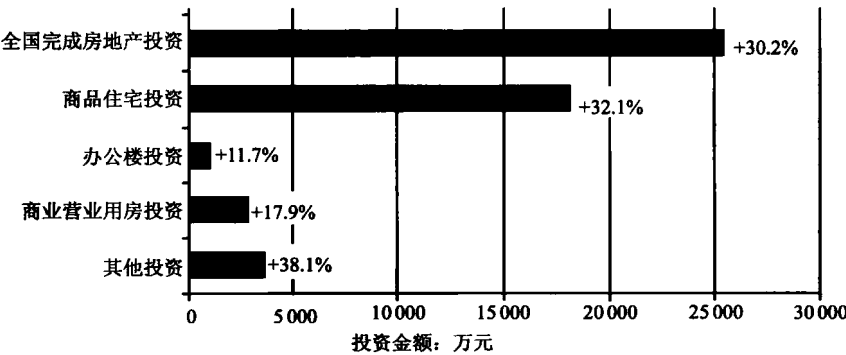


图 1-6 2007 年全国房地产投资增长状况

(3) 城市化的社会趋势也促进了电梯业的发展

城市化是一种社会趋势,现在我国每年从农村转向城市的人口有 3000 多万,今后将会有 3 亿多农村人口变为城市人口,建设更多的中小城市,需要更多的电梯。而且,农村也在合并村镇,也要改善居住环境,由一家一户的居住方式变成小区式楼房型城镇的居住模式,而土地资源有限,不可能每一家圈一个院子盖房居住,只要房子向高层发展就需要电梯。因此家庭电梯、小机房电梯、别墅电梯的发展势在必行。我国几个主要城市近年来的电梯产量见表 1-6。

表 1-6 主要城市近几年的电梯产量

(单位: 台)

城 市	2005 年底	2006 年底	2007 年底	城 市	2005 年底	2006 年底	2007 年底
上海市	74059	83899	98985	广州市	37781	41770	48900
北京市	57726	71200	85136	东莞市	17000	22949	29560
深圳市	47650	62893	71148	重庆市	15986	18297	22696

1.3 电梯控制技术及其发展趋势

1.3.1 电梯控制技术及产品

国内外电梯控制技术及产品反映在交流永磁同步无齿轮曳引机、电梯能量回馈装置、光幕、小机房电梯、无机房电梯、双层轿厢电梯、一井双梯系统、电梯群控诸项技术及产品上。

(1) 交流永磁同步无齿轮曳引机

对于相同载重量和速度的电梯,采用永磁同步电动机,其电动机功率可以降低约 1/3,相应的变频器功率也可降低一个档级,电梯整机成本和运行成本就会明显下降。电动机功率的减小,功率因数的提高,可使其供电系统降低供电容量,减少无功补偿装置的投资,使用户受益。其有代表性的产品有

1) 通力公司开发的 EcoDisc[®]碟型轴向驱动的五齿轮曳引机,现已发展到第 3 代产品,如图 1-7 所示。

2) 奥的斯公司开发的 Gen2[®]电梯永磁同步电动机,其曳引轮直径仅 100mm,用扁平的、具有包层的钢丝绳带曳引电梯轿厢如图 1-8 所示,其曳引机外形尺寸仅为传统曳引机的 1/4。

(2) 电梯能量回馈装置

电梯在建筑物中的耗电量仅次于空调,平均约占建筑物总耗电量的 10%~20%。因此,电梯节能已引起社会的普遍关注。现今电梯的驱动系统多采用变频驱动,大大减少了能耗,但电梯在轻载上行和重载下行的非平衡负载状态运行时,仍有大量的再生电能被浪费,这些能量多通过电阻以热量的形式被耗散掉,造成了浪费。于是,一种带有再生电能回馈的变频器应运而生。而对于我国在用的几十万台旧电梯和中小生产企业,则需要一种专用的电梯能量回馈装置。奥的斯、通力、三菱、迅达等技术先进的电梯公司的驱动系统已具备这一功能。图 1-9 为秦皇岛前景光电技术有限公司研制的电梯能量回馈装置,采用 DSP 中央处理器和脉宽调制 (PWM) 技术,节电率可达 15%~40%。

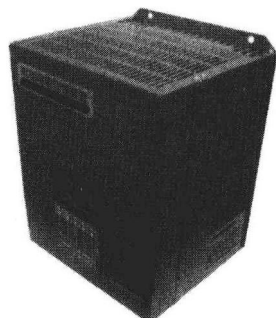
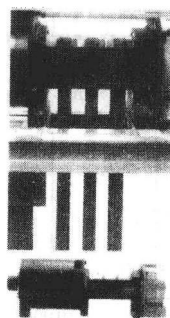
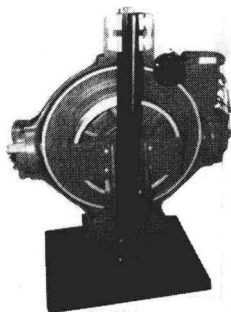
图 1-7 EcoDisc[®]碟型轴向驱动的五齿轮曳引机图 1-8 Gen2[®]电梯曳引机主机及钢丝绳

图 1-9 电梯能量回馈装置

(3) 光幕

光幕,即红外线微扫描探测装置,是一种光电产品,可以代替机械式安全触板,也可以将光幕与触板复合成为具有双重保护功能的二合一光幕,它已成为电梯界广泛采用的电梯门保护装置。将光电装置安装在门上,使光线水平地通过门口,当乘客或物品遮断光线时,就能使门重新打开。从 20 世纪 70 年代红外光电器件应用在电梯轿厢门保护系统开始,光幕经历了由单点到线列,再到逻辑排序扫描的发展过程。

光幕分为普通光幕、二合一光幕和三维光幕。普通光幕直接替代机械式安全触板,分为运动型光幕和非运动型光幕。运动型光幕在普通光幕中占主导地位,也得到了多数电梯厂家的认同。二合一光幕由于具有双重保