



普通高等教育电气工程与自动化(应用型)“十二五”规划教材

Elevator
control technology

电梯 控制技术

◎ 主 编 陈登峰

◎ 副主编 杨战社 肖海燕



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育电气工程与自动化(应用型)“十二五”规划教材

电路基础	张立臣	电力网继电保护及自动化装置	高亮
模拟电子技术	翟丽芳	电网监控及自动化	张永健
数字电子技术	朱幼莲	可再生能源发电技术	李先允
电子技术实验与课程设计	李震梅	楼宇自动化技术	王再英
EDA技术与应用	陈海宴	建筑供配电	王辉
AutoCAD电气工程绘图教程	吴秀华	电梯控制技术	陈登峰
MATLAB电气工程应用基础	赵巧峨	建筑电气照明技术	王佳
通信原理简明教程	邬正义	综合布线技术	刘国林
信号与系统	王瑞兰	现代民用建筑电气工程设计	胡国文
数字信号处理	张维玺	电机与拖动基础	王丁
DSP原理及应用	郭殿林	电力拖动自动控制系统	周渊深
微机原理及接口技术	胡 蕾	运动控制系统	徐建英
单片机原理及应用	张兰红	计算机控制技术	罗文广
单片微机原理及应用	罗印升	过程控制工程	袁德成
计算机软件技术基础	杨建军	检测技术及应用	尚丽平
自动控制理论	陈 虹	控制系统仿真与CAD	王燕平
现代控制理论基础	王立国	人工智能原理及应用	罗 兵
电力电子技术	黄家善	嵌入式系统设计	李秀娟
电力拖动基础	孙克军	自动控制原理 第2版	李晓秀
电气工程概论	蔡子亮	单片机原理与应用 第2版	王迎旭
电气控制与PLC系统	任胜杰	控制系统CAD	张晋格
现代电气控制技术	任振辉	——基于MATLAB语言 第2版	郑华耀
供配电技术	张 苓	检测技术 第2版	汤天浩
电器学	郭凤仪	电机与拖动基础 第2版	李建兴
电力系统分析	朱一纶	可编程序控制器应用技术 第2版	翁双安
电力系统自动装置	李凤荣	供电工程 第2版	魏艳君
发电厂电气部分	陈元新	电力电子电路仿真	
配电网和配电自动化系统	董张卓	——MATLAB和PSpice应用	
电力系统继电保护	韩 笑		

地址:北京市百万庄大街22号

邮政编码:100037

电话服务

社服务中心:010-88361066

销售一部:010-68326294

销售二部:010-88379649

读者购书热线:010-88379203

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-40464-4

策划编辑◎于苏华 / 封面设计◎张静

ISBN 978-7-111-40464-4



9 787111 404644 >

定价: 33.00元

普通高等教育电气工程与自动化(应用型)“十二五”规划教材

电 梯 控 制 技 术

主 编 陈登峰
副主编 杨战社 肖海燕
参 编 贾 媛 汪 洋 李红莲
 司轶芳 赵 亮
主 审 于军琪



机 械 工 业 出 版 社

电梯系统是实现现代智能大厦垂直交通运输的重要设备,也是智能建筑自动化系统的重要组成部分。

本书全面介绍了电梯结构及相关部件的构造及工作原理,系统论述了交流双速电梯、交流调压调速电梯、变频调速电梯以及永磁同步电梯等的拖动与控制方式,详细分析了各种信号控制系统的典型电路及控制方法。同时,对常见的电梯节能技术的工作原理进行了介绍,对电梯的选用方法、布置原则以及调试、故障诊断与维护保养进行了介绍,并对自动扶梯、液压电梯、杂物电梯、自动人行道进行了简单分析与介绍。为便于读者学习掌握,每章后有小结,并针对该章的内容要点编写了思考与练习。在最后一章提供了实验指导与课程设计和毕业设计指导,以用于教学参考。

本书适合作为建筑类高等院校电气与自动化类本科的专业课教材,也可供大专、高职的同类专业选用,还可供从事电梯设计、制造、安装、检验与试验的人员以及电梯管理与维护保养人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电梯控制技术/陈登峰主编. —北京:机械工业出版社, 2013. 3

普通高等教育电气工程与自动化(应用型)“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-40464-4

I. ①电… II. ①陈… III. ①电梯—电气控制—高等学校—教材
IV. ①TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 304654 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: 于苏华 责任编辑: 于苏华

版式设计: 霍永明 责任校对: 闫玥红 丁丽丽

封面设计: 张 静 责任印制: 乔 宇

保定市中华美凯印刷有限公司印刷

2013 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.75 印张 · 412 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-40464-4

定价: 33.00 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

前 言

电梯系统是实现现代智能大厦垂直交通运输的重要设备，也是智能建筑自动化系统的重要组成部分。

现代电梯系统是机电一体化设备，涉及机械工程、电力驱动、自动控制、电力电子、变频调速、PLC 控制、微型计算机、永磁同步电动机、传感与检测、总线网络、光纤通信等多学科技术。

电梯系统应为乘客提供一个安全、快捷、方便、舒适的环境，即减少乘客的候梯时间，将候梯烦躁感降到最低，增加舒适度，减少电梯运行时间，提高运行效率，优化电梯的乘载率。同时，电梯系统也应为管理者提供一个环保、节能、可靠、远程监控的智能管理系统。

为了适应电梯的自动化和智能化技术的迅速发展，我们特编写这本书。本书的编写，注重实用、强调技能、淡化理论、结合实例、图文并茂、深入浅出，突出新技术、新工艺、新材料、新设备。

本书共分 9 章，内容如下：

第 1 章为绪论，叙述智能建筑中对电梯系统的要求，介绍电梯的发展、种类、型号及参数和基本结构，对电梯的控制功能和分类进行了说明，同时对现代电梯控制技术的主要发展趋势进行了介绍。

第 2 章介绍电梯系统的组成，主要对电梯机械系统、安全保护系统的组成、工作原理和性能进行了详细介绍，对电梯的拖动控制系统、运行控制系统也进行了简单介绍。

第 3 章介绍电梯拖动控制系统，叙述电梯拖动的要求及特点，分析电梯拖动系统的过渡过程，重点介绍电梯中常见的电力拖动方式，包括交流双速电梯拖动控制、交流调压调速电梯拖动控制、变频调速电梯拖动控制、永磁同步电梯拖动控制和直线电动机电梯拖动控制。并结合其中部分拖动控制的主电路，讨论各种拖动控制的工作原理。

第 4 章讲述电梯运行控制系统，详细阐述井道控制信号的产生及其工作原理，同时介绍电梯控制系统的各种典型电路及其工作原理，主要包括电梯门控制电路、指层电路、轿厢内指令电路、厅外召唤电路以及定向选层电路和换速控制电路。还介绍了电梯 PLC 控制的原理和电梯集群控制系统的设计以及电梯远程监控系统。

第 5 章介绍常见的电梯节能技术，包括电能回馈技术、电梯休眠技术和变频感应起动技术等。

第 6 章介绍电梯的选用与布置，目的是使学生在掌握了电梯的结构、控制过程和控制原理之后，根据建筑物中的交通需求，经过分析计算，合理地选用和布置电梯。

第 7 章介绍电梯的调试、维护与管理，包括电梯的调试、故障分析与诊断以及维护保养等。

第 8 章简单介绍其他类型电梯，包括自动扶梯、液压电梯、杂物电梯和自动人行道以及它们的结构、安装与维护。

第 9 章为电梯控制技术实训，介绍电梯的实验、课程设计与毕业设计，以促使学生在理

论学习的同时能够结合实际，加强动手实践能力。

附录中列举了电梯工程中常用的法律、法规、国家标准和行业标准，还给出了第9章实验的部分 PLC 梯形图程序，供教学中参考。

在每一章后都安排有小结和思考与练习，以帮助读者掌握内容要点和进行自我考查。

本书第1、2、5章由陈登峰编写，第3章由贾媛编写，第4章由杨战社编写，第6、7章由汪洋、肖海燕、赵亮编写，第8章和附录A由肖海燕编写，第9章和附录B由李红莲、司轶芳编写。全书由陈登峰统稿。

西安建筑科技大学于军琪教授对本书的全部内容进行了认真的审阅，并提出了许多宝贵的意见，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，加上编写时间仓促，书中难免有疏漏与不当之处，敬请各位专家、读者批评指正。

作者

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 智能建筑中的电梯系统	1
1.2 电梯概述	2
1.2.1 电梯发展史	2
1.2.2 电梯的种类	4
1.2.3 电梯的型号和参数	7
1.2.4 电梯的基本结构	9
1.3 电梯的控制功能和分类	10
1.3.1 单台电梯的控制功能	11
1.3.2 群控电梯的控制功能	12
1.3.3 电梯控制的分类	13
1.4 电梯控制技术的发展趋势	14
1.4.1 超高层建筑电梯控制技术	14
1.4.2 电梯拖动技术的发展	17
1.4.3 电梯新技术	19
1.4.4 数字电梯和节能技术	22
小结	23
思考与练习	23
第2章 电梯系统的组成	25
2.1 电梯系统组成概述	25
2.1.1 电梯的机械系统	26
2.1.2 电梯的电气系统	26
2.1.3 电梯的安全保护装置	26
2.2 电梯的曳引系统	27
2.2.1 曳引机	27
2.2.2 减速器	28
2.2.3 曳引轮	29
2.2.4 制动器	29
2.2.5 曳引绳及曳引形式	31
2.3 电梯的轿厢和门系统	32
2.3.1 轿厢的组成和作用	32
2.3.2 门系统的组成和作用	36
2.3.3 开关门机构	38
2.3.4 门系统安全保护装置	39
2.4 电梯的重量平衡与导向系统	40
2.4.1 对重的组成和作用	41

2.4.2 平衡补偿装置的作用和 补偿方法	42
2.4.3 导向系统	42
2.5 电梯的安全保护系统	44
2.5.1 电梯的不安全状态	44
2.5.2 电气安全保护装置	45
2.5.3 机械安全保护装置	48
2.5.4 安全防护装置	57
2.6 电梯拖动控制系统	57
2.7 电梯运行控制系统	60
小结	62
思考与练习	62
第3章 电梯拖动控制系统	63
3.1 电梯运动动力学分析	63
3.1.1 电梯拖动控制系统简介	63
3.1.2 电梯的运动方程式	65
3.1.3 电梯的静阻力矩	66
3.1.4 电梯的动态转矩	66
3.2 电梯运行过程特性分析	67
3.2.1 电梯运行需要考虑的因素	67
3.2.2 三角形和梯形速度曲线 的特点分析	68
3.2.3 抛物线—直线形速度曲线的 构成及特点	68
3.2.4 正弦波—直线形速度 曲线的特点	69
3.2.5 电梯速度曲线设计举例	70
3.3 交流双速电梯拖动控制	72
3.3.1 交流双速电梯拖动系统的特点	72
3.3.2 交流双速电梯的工作原理 及实现方式	72
3.3.3 交流双速电梯速度曲线的特点	73
3.3.4 起动过程和减速过程的主电路及 机械特性分析	73
3.4 交流调压调速电梯拖动控制	74
3.4.1 交流调压调速电梯的 特点及优势	74

3.4.2	交流调压电路分析	75	4.2.5	定向选层电路及换速控制电路	109
3.4.3	交流调压调速电梯拖动控制系统的组成及工作过程	75	4.3	电梯的 PLC 控制	112
3.5	变频 (VVVF) 调速电梯拖动控制	75	4.3.1	PLC 的主要组成部分及其作用	112
3.5.1	变频调速电梯系统的控制技术	76	4.3.2	PLC 的工作原理	114
3.5.2	变频器的分类、特点及工作原理	76	4.3.3	PLC 的输入接口	117
3.5.3	交流异步电动机变频调速的机械特性	79	4.3.4	PLC 的输出接口	122
3.5.4	变频调速矢量控制原理	80	4.3.5	PLC 的控制原理与梯形图	126
3.5.5	变频调速电梯拖动控制系统设计	85	4.3.6	交流双速电梯的 PLC 控制系统	138
3.5.6	常用电梯专用变频器	86	4.4	电梯集群控制	143
3.6	永磁同步电梯拖动控制	87	4.4.1	多台电梯集群控制的工作状态及转换过程	143
3.6.1	永磁同步电动机	88	4.4.2	电梯集群控制的调度原则	145
3.6.2	永磁同步无齿轮曳引电梯的特点	89	4.4.3	电梯集群控制系统的功能及设计	146
3.6.3	永磁同步电动机直接驱动伺服系统	90	4.5	电梯远程监控系统	147
3.6.4	永磁同步电梯拖动控制注意事项	90	4.5.1	电梯远程监控系统概述	147
3.7	无机房电梯拖动控制	91	4.5.2	电梯远程监控系统的组成与功能	148
3.7.1	无机房电梯的标准和要求	91	4.5.3	小区内的电梯监控系统	149
3.7.2	无机房电梯系列产品的特点	91	4.5.4	多层次管理的电梯远程监控系统	149
3.7.3	无机房电梯的布置方式和设计事项	91	4.5.5	利用 Web 技术的电梯远程监控系统	150
3.8	直线电动机电梯拖动控制	93	小结		151
3.8.1	直线电动机驱动原理	93	思考与练习		151
3.8.2	直线电梯的拖动控制系统	95	第 5 章 电梯节能技术		152
小结		97	5.1	电梯节能技术概述	152
思考与练习		97	5.2	电能回馈技术	154
第 4 章 电梯运行控制系统		98	5.2.1	电能回馈到共用直流母线	154
4.1	电梯运行过程	99	5.2.2	电能回馈到交流电网	155
4.1.1	各类电梯安全可靠运行的充分与必要条件	99	5.3	变频感应起动技术	157
4.1.2	电梯的正常运行过程	99	5.4	电梯休眠技术	160
4.1.3	产生井道控制信号的装置及作用	99	小结		161
4.2	电梯的继电器控制	104	思考与练习		161
4.2.1	电梯门控制电路	104	第 6 章 电梯的选用与布置		162
4.2.2	指层电路	105	6.1	电梯的设置与选用原则	162
4.2.3	轿厢内指令电路	107	6.1.1	电梯的技术性能指标和经济指标	162
4.2.4	厅外召唤电路	108	6.1.2	电梯选择的基本原则与主要内容	163
			6.1.3	根据交通计算设置与选用电梯	166
			6.2	电梯主参数选择	173
			6.2.1	办公大楼电梯主参数选择	173

6.2.2 住宅建筑电梯主参数选择	174	8.2.3 运行	222
6.2.3 旅馆大楼电梯主参数选择	175	8.2.4 安装调试	223
6.2.4 百货大楼电梯主参数选择	176	8.2.5 维护保养	224
6.2.5 医院建筑电梯主参数选择	176	8.3 杂物电梯	225
6.3 电梯与机房的布置	178	8.3.1 产品分类	225
6.3.1 布置原则	178	8.3.2 安装调试	226
6.3.2 布置形式	179	8.3.3 维护保养	227
6.3.3 机房布置	184	8.4 自动人行道	227
6.3.4 隔音措施	185	8.4.1 结构	228
小结	186	8.4.2 安装调试	231
思考与练习	187	8.4.3 维护保养	232
第7章 电梯的调试、维护与管理	188	小结	232
7.1 电梯的调试过程	188	思考与练习	232
7.2 电梯的故障分析与诊断	190	第9章 电梯控制技术实训	233
7.3 电梯的管理与使用	198	9.1 实验设备简介	233
7.3.1 特种设备安全监察条例	199	9.2 模型电梯控制	236
7.3.2 电梯安全管理	200	9.2.1 电梯控制逻辑关系	236
7.3.3 电梯运行管理	201	9.2.2 输入/输出电缆信号 与 I/O 分配	237
7.3.4 电梯维修管理	202	9.3 课程实验任务	238
小结	203	9.3.1 基本实验	238
思考与练习	204	9.3.2 应用实验	242
第8章 其他类型电梯	205	9.4 课程设计、毕业设计指导	243
8.1 自动扶梯	205	小结	245
8.1.1 结构	205	附录	246
8.1.2 安装调试	211	附录 A 我国现行电梯标准目录	246
8.1.3 维护保养	215	附录 B 电梯控制自动运行 实验参考程序	249
8.1.4 自动扶梯的布置	216	参考文献	259
8.2 液压电梯	216		
8.2.1 液压电梯概述	216		
8.2.2 结构	218		

第 1 章 绪 论

1.1 智能建筑中的电梯系统

智能建筑的概念始于 1984 年在美国康涅狄格州 (Connecticut) 哈特福德 (Hartford) 市建造的一座名叫都市大厦 (City Place) 的大楼, 成为第一座智能大厦。我国在 2007 年实施的国家标准 GB/T 50314—2006《智能建筑设计标准》中对智能建筑的定义为“以建筑物为平台, 兼备信息设施系统、信息化应用系统、建筑设备管理系统、公共安全系统等, 集结构、系统、服务、管理及其优化组合为一体, 向人们提供安全、高效、便捷、节能、环保、健康的建筑环境”。

自第一座智能大厦诞生后, 智能建筑便在国内外蓬勃发展起来。据有关估测, 美国的智能大厦已超万幢, 日本和泰国新建大厦中的 60% 为智能大厦。进入 20 世纪 90 年代以后, 法国、瑞典、英国等欧洲国家以及香港、新加坡等地的智能大厦也如雨后春笋般地出现。我国智能建筑的建设始于 1990 年建成的北京发展大厦 (18 层), 随后便在全国各地迅速发展, 建成了上海金茂大厦、深圳地王大厦、广州中信大厦、香港国际金融中心、台北 101 大楼等一批具有较高智能化程度的智能大厦。截止 2012 年, 国内 10 座最高的智能大厦的相关数据见表 1-1。

表 1-1 国内 10 座最高的智能大厦的相关数据

序 号	建筑名称	城 市	建成时间/年	楼 层	高度/m
1	台北 101 大厦	台北	2004	101	508
2	上海环球金融中心	上海	2008	101	492
3	环球贸易广场	香港	2010	108	484
4	南京紫峰大厦	南京	2010	89	450
5	京基 100	深圳	2012	100	441.8
6	广州国际金融中心	广州	2010	103	437.5
7	金茂大厦	上海	1998	93	420.5
8	国际金融中心 2 期	香港	2003	90	412
9	广州中信大厦	广州	1997	80	391.1
10	深圳地王大厦	深圳	1996	69	384

智能建筑将成为 21 世纪建筑发展的主流, 电梯是智能大厦中不可缺少的垂直运输设备, 而电梯群控系统是楼宇自动化系统的重要子系统, 是智能大厦垂直交通的重要支持系统。

以上海环球金融中心为例, 这座 101 层的大楼安装了 91 部垂直电梯和 34 部自动扶梯, 其中 44 台直梯采用了双层轿厢式电梯, 最快的电梯速度达到 10m/s, 从地下 1 层到 95 层只

需 1min 左右,另外还装备了能把汽车运送到高层区的电梯。

无疑,高品质的电梯及电梯系统配置与控制技术给智能建筑提供了更大的便捷与舒适性,在建筑业特别是高层建筑飞速发展的今天尤其是如此。

同时,现代建筑智能化向传统的电梯配置与控制方法提出了挑战,也就是说必须依靠有效的垂直运输系统才能提高现代高层智能建筑的服务质量和数量。其中,电梯的服务质量主要是指减少乘客候梯时间、增加舒适度、减少电梯行程时间、提高系统运行效率;电梯服务的数量则是指通过优化电梯配置和控制技术,提高电梯承载率。

高品质电梯驱动技术的应用满足了高层建筑对高速、舒适与低能耗的电梯的需求,而性能良好的电梯群控系统则能有效地调配电梯群中的轿厢,实现以最少的装置使交通人流最大化,达到交通系统的整体最优,即最短的候梯时间和运行时间、最高的乘客输送能力和最小范围的乘客聚群。

随着高层建筑日益增多和建筑设计档次提高,人们对电梯的要求已不仅仅限于搭乘快速、舒适,制造坚固,装潢考究等方面,对电梯安全可靠性及多功能性也提出了越来越高的要求。在一些发达国家的现代化智能建筑中,人们已把电梯归入楼宇自控管理系统的重要被控设备,并采用先进的弱电监控手段,对电梯运行状态、维修保养、安全防护进行全方位管理。在我国,具有先进控制技术的电梯系统也日趋普及,许多新建智能建筑中都选用了高档电梯,使电梯监控和弱电控制之间有机地结合在一起。

1.2 电梯概述

1.2.1 电梯发展史

电梯的发展大体上可分为五个阶段。

(1) 13 世纪前的绞车阶段 很久之前,人们就使用一些原始的升降工具运送人和货物。公元前 1115 年至 1079 年间,我国劳动人民发明了辘轳。它采用卷筒的回转运动完成升降动作,因而增加了提升物品的高度。公元前 236 年,希腊数学家阿基米德设计制作了由绞车和滑轮组构成的起重装置。这些升降工具的驱动力一般是人力或畜力。

(2) 19 世纪前半叶的升降机阶段 19 世纪初,在欧美开始用蒸汽机作为升降工具的动力。1835 年,在英国出现了以蒸汽为动力的升降机;1845 年,英国人汤姆逊研制出了以水为介质的液压驱动升降机。这个时期,升降机以液压或气压为动力,安全性和可靠性还无保障,较少用于载人。

(3) 19 世纪后半叶的升降机阶段 1852 年,美国工程师奥的斯在总结前人经验的基础上制成了世界第一台安全升降机,1857 年,世界第一台客运电梯问世,为不断升高的高楼提供了重要的垂直运输工具。

(4) 1889 年电梯出现之后的阶段 1889 年 12 月,奥的斯公司研制出电力拖动的升降机——真正的电梯,安装在美国纽约市 Demarest 大楼中,运行速度为 0.5m/s。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。以后,大量的电梯技术出现了,这一阶段一直持续到 20 世纪 70 年代中期。图 1-1 所示为早期的乘客电梯。

(5) 现代电梯阶段 从 1975 年开始的阶段称为现代电梯阶段,这个阶段以计算机、群

控和集成块为特征,配合超高层建筑的需要,向高速、双层轿厢、无机房等多方面的新技术方向迅猛发展,电梯系统成为楼宇自动化的一个重要子系统。

在拖动控制技术方面,电梯的发展经历了直流电动机拖动控制,交流单速电动机拖动控制,交流双速电动机拖动控制,直流有齿轮、无齿轮调速拖动控制,交流调压调速拖动控制,交流变压变频调速拖动控制,交流永磁同步电动机变频调速拖动控制等阶段。电梯拖动控制技术不断成熟,加之电子技术、计算机技术、自动控制技术在电梯中的广泛应用,使电梯在运行的可靠性、安全性、舒适感、平层精度、运行速度、节能降耗、减少噪声等方面都有了极大改善。目前,电梯拖动控制系统使用最广泛的、技术较为先进的是变压变频调速拖动控制系统,其最高运行速度可达到 16m/s 。

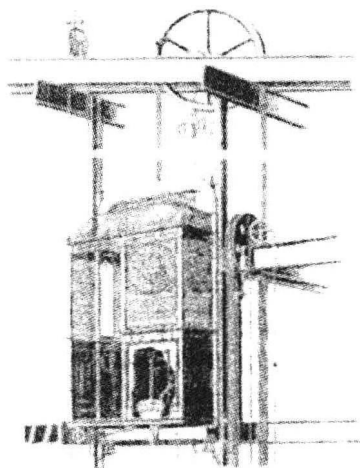


图 1-1 早期的乘客电梯

19 世纪末,直流电梯的出现,使电梯的运行性能明显改善。20 世纪初,开始出现交流感应电动机驱动的电梯,后来槽轮式(即曳引式)驱动的电梯代替了鼓轮卷筒式驱动的电梯,为长行程和具有高度安全性的现代电梯奠定了基础。早期的交流电动机拖动系统受技术所限,不能灵活调速,仅在对调速性能要求不高的场合才采用单速或双速交流电动机拖动。

20 世纪上半叶,直流调速系统在中、高速电梯中占有较大比例。1967 年,晶闸管用于电梯驱动,出现了交流调压调速驱动控制的电梯。1983 年,出现了变压变频控制的电梯。交流调压调速系统和交流变压变频调速系统使交流调速系统的性能得到明显改善,而交流感应电动机的结构简单、运行可靠、价格便宜,因此,高性能的交流调速系统得到越来越广泛的应用,出现了可调速的交流电动机拖动取代直流电动机拖动的趋势。目前,除了少数大容量电梯仍然采用直流电动机拖动系统以外,几乎都采用交流电动机拖动系统。

1996 年,交流永磁同步无齿轮曳引机驱动的无机房电梯出现,电梯技术又一次革新。由于曳引机和控制柜置于井道中,因此省去了独立机房,节约了建筑成本,增加了大楼的有效面积,提高了大楼建筑美学的设计自由度。这种电梯还具有节能、无油污染、免维护和安全性高等特点,目前已成为电梯技术发展的重要方向。

在操纵控制方式方面,电梯的发展经历了手柄开关操纵、按钮控制、信号控制、集选控制等过程,对于多台电梯,出现了并联控制、智能群控等。

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。1902 年,瑞士迅达电梯公司开发了自动按钮控制的乘客电梯;1915 年,制造出了微调节自动平层电梯。1924 年,奥的斯公司在纽约新建的标准石油公司大楼安装了第一台信号控制的电梯,这是一种自动化程度较高的有司机电梯;1928 年,开发并安装了集选控制电梯。1946 年,奥的斯公司设计了群控电梯;1949 年,首批群控电梯安装于纽约联合国大厦。

我国最早的一部电梯由美国奥的斯公司于 1901 年在上海安装。100 多年来,中国电梯行业的发展经历了以下几个阶段:

(1) 对进口电梯的销售、安装、维护保养阶段(1900~1949 年) 自第一部电梯在上

海出现开始,1931年,在上海开办了我国第一家从事电梯安装、维修业务的电梯工程企业;1935年,在位于上海的南京路、西藏路交口的高层建筑大新公司(今上海第一百货商店)安装了我国最早使用的轮带式单人自动扶梯。这一阶段我国电梯拥有量仅约1100台,全部是美国等西方国家制造的。

(2) 独立自主,艰苦研制、生产阶段(1950~1979年) 这一阶段,我国先后在上海、天津、沈阳、西安、北京、广州建立了8家电梯制造厂,并先后成立有关的科研机构,在有关院校开办相关的专业培养技术人才,独立自主制造各类电梯产品,如交流货梯、客梯,直流快速、高速客梯等。国产的电梯产品装备了人民大会堂、北京饭店等场所。20世纪60年代开始,批量生产自动扶梯和自动人行道,装备了首都机场(自动人行道)、北京地铁(自动扶梯)等标志性建筑。

(3) 建立三资企业,行业快速发展阶段(自1980年至今) 1980年7月4日,中国建筑机械总公司、瑞士迅达股份有限公司、香港怡和迅达(远东)股份有限公司三方合资组建中国迅达电梯有限公司。中国电梯行业相继掀起了引进外资的热潮,国外先进的电梯技术、电梯制造工艺与设备、先进的科学管理,使我国的电梯制造业迅速成长为集研发、生产、销售、安装、服务五位一体的高新科技产业。

据中国电梯协会统计,2011年全国电梯产销量约45.7万台(含扶梯4.5万台),较2010年增长约23%。截至2011年底,我国电梯保有量达到201.06万台,在电梯产量、电梯保有量、电梯增长率方面均为世界第一。随着科学技术的不断进步,中国人一定能够生产出更快、更安全、更舒适的电梯产品。

150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、整圆形的观光电梯则使身处其中的乘客的视线不再封闭。如今,世界各国的电梯公司还在不断地进行电梯新品的研发工作,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——一款款集纳了人类在机械、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。

1.2.2 电梯的种类

在GB/T 7024—2008《电梯、自动扶梯、自动人行道术语》中电梯的定义为“服务于建筑物内若干特定的楼层,其轿厢运行在至少两列垂直于水平面或与铅垂线倾斜角小于 15° 的刚性导轨运动的永久运输设备”。习惯上不论其驱动方式如何,都将电梯作为建筑物内垂直交通运输工具的总称。

电梯作为一种通用垂直运输机械,被广泛用于不同的场合,其控制、拖动、驱动方式也多种多样,因此电梯的分类方法也有下列几种。

1. 按用途分类

1) 乘客电梯:为运送乘客而设计,外观一般较佳,或有不同装饰,主要用于宾馆、饭店、办公大楼及高层住宅,必须有十分可靠的安全装置。

2) 载货电梯:主要为运送货物而设计,机门较宽阔,轿厢有效面积和载重量较大,可

以有人随乘，要求有必备的安全保护装置，应用在工厂厂房和仓库中。

3) 客货电梯：用于运送乘客，也可运送货物。与乘客电梯的区别主要在于轿厢内部的装饰结构和使用场合有所不同。

4) 住宅电梯：供住宅楼使用，主要运送乘客，也可运送家用物件或其他生活物件。

5) 病床电梯：为医院设计的运送病床（包括病人）、医疗器械和救护设备的电梯。轿厢窄而深，行机及开关门尽量快速，有较高运行稳定性，并有紧急召唤匙孔及后备电源，专职司机操纵，应用在医院和医疗中心中。

6) 杂物电梯：供图书馆、办公楼、饭店等运送图书、文件、食品等物品。轿厢的有效面积和载重量均较小，不允许人员进入。

7) 汽车电梯：用于多层、高层立体停车库中的各种客车、货车、轿车的垂直运输。轿厢面积大，载重量大，机内按钮多设于旁边，接近车辆司机位。

8) 观光电梯：观光侧轿厢壁透明、装饰豪华、活泼，运行于大厅中央或高层大楼的外墙上，供游客、乘客观光使用。

9) 自动扶梯：是安装在两个楼层之间，在一定方向上以较慢的速度运行的梯级连续运送乘客的倾斜式运输设备。倾斜角不大于 35° 。分为普通型和公共交通型，多用于机场、车站、商场、多功能大厦中，是具有一定装饰性的代步运输工具。

10) 自动人行道：是安装在地面的水平或倾斜方向上连续客运设备，倾角不大于 12° ，用于大型车站、机场等处，是自动扶梯的变形。

11) 特种电梯：应用在一些有特殊要求场合的电梯，包括消防电梯、防爆电梯、防腐电梯、船用电梯、矿井电梯以及用于维护高层楼宇的吊篮设备等。

2. 按速度分类

概括而言，电梯速度没有标准的定义，但大致可划分低速、中速、高速、超高速。

1) 低速电梯：额定速度在 1m/s 以下，常用于低于10层的建筑物内。

2) 中速电梯：额定速度在 $1\sim 2\text{m/s}$ 之间，常用于10层以上的建筑物内。

3) 高速电梯：额定速度大于 2m/s ，常用于16层以上的建筑物内。

4) 超高速电梯：额定速度超过 5m/s ，常用于楼高超过100m的建筑物内。

3. 按拖动方式分类

1) 直流电梯：用直流电动机驱动的电梯，梯速一般在 2m/s 以上，提升高度不大于120m。

2) 交流电梯：用交流电动机驱动的电梯，分如下几种：

① 单速：用单速交流电动机驱动，速度不大于 0.5m/s ，如用于杂物电梯。

② 双速：用双速（变极对数）交流电动机驱动，速度不大于 1m/s ，提升高度不大于35m。

③ 交流调速电梯，交流电动机配有调压调速装置，速度不大于 2m/s ，提升高度不大于50m。

④ 变压变频（VVVF）调速电梯，电动机配有变压变频调速装置时，一般为快速或高速电梯，速度大于 2m/s ，提升高度不大于120m。

3) 液压电梯：依靠液压传动升降，具有对井道结构强度要求低、井道利用率高、提升载荷大、运行平稳、安全可靠、机房布置灵活等特点，用于提升高度低于30m，速度低于 1.0m/s 的电梯，特别适合于一些旧楼增设电梯的场合。液压电梯在欧美的使用量很大，但

能耗高、泵站噪声大（浸油式泵站可以降低噪声）、运行状态易受油温影响、需处理油管安全与泄漏，近来受到无机房电梯的挑战。

4) 齿轮齿条电梯：导轨加工成齿条，轿厢装上与齿条啮合的齿轮，由电动机带动齿轮旋转完成轿厢的升降运动。

5) 螺杆式电梯：螺杆（矩形螺纹）与大螺母（带有推力轴承）组成，电动机经减速机（或传动带）带动大螺母旋转，使螺杆顶升轿厢上升或下降。

6) 直线电动机驱动电梯：以直线电动机作为动力源，是目前具有最新驱动方式的电梯。

4. 按操纵控制方式分类

1) 手柄开关操纵：电梯司机在轿厢内控制操纵盘手柄开关，实现电梯的起动、上升、下降、平层、停止的运行状态。

2) 按钮控制电梯：是一种简单的自动控制电梯，具有自动平层功能，常见有轿外按钮控制、轿内按钮控制两种控制方式。

3) 信号控制电梯：是一种自动控制程度较高的有司机电梯，除具有自动平层、自动开门功能外，尚具有轿厢命令登记、层站召唤登记、自动停层、顺向截停和自动换向等功能。

4) 集选控制电梯：是一种在信号控制基础上发展起来的全自动控制的电梯，与信号控制的主要区别在于能实现无司机操纵。

5) 并联控制电梯：2~3台电梯的控制电路并联起来进行逻辑控制，共用层站外召唤按钮，电梯本身都具有集选功能。

6) 群控电梯：用计算机控制和统一调度多台集中并列的电梯。群控有梯群的程序控制、梯群智能控制等形式。

5. 按电梯有无司机分类

1) 有司机电梯：电梯的运行方式由专职司机操纵来完成。

2) 无司机电梯：乘客进入电梯轿厢，按下操纵盘上所需要去的层楼按钮，电梯自动运行到达目的层楼，这类电梯一般具有集选功能。

3) 有/无司机电梯：这类电梯可变换控制电路，平时由乘客操纵，如遇客流量大或必要时改由司机操纵。

6. 其他分类方式

1) 按机房位置分类：机房在井道顶部的（上机房）电梯、机房在井道底部旁侧的（下机房）电梯，以及机房在井道内部的（无机房）电梯。

2) 按轿厢尺寸分类：则经常使用“小型”、“超大型”等抽象词汇表示。

此外，还有双层轿厢电梯等。

7. 特殊电梯

1) 斜行电梯：轿厢在倾斜的井道中沿着倾斜的导轨运行，是集观光和运输于一体的输送设备。特别是由于土地紧张而将住宅移至山区后，斜行电梯发展迅速。

2) 立体停车场用梯：根据不同的停车场可选配不同类型的电梯。

3) 建筑施工电梯：一种采用齿轮齿条啮合方式或钢丝绳提升方式，使吊笼作垂直或倾斜运动的机械，用以输送人员或物料，主要应用于建筑施工与维修。它还可以作为仓库、码头、船坞、高塔、高烟囱的长期使用的垂直运输机械。

1.2.3 电梯的型号和参数

1. 电梯型号编制规定

1986年我国城乡建设环境保护部颁布的JJ45—1986《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。第二、第三部分之间用短线分开。电梯产品型号代号顺序如图1-2所示。

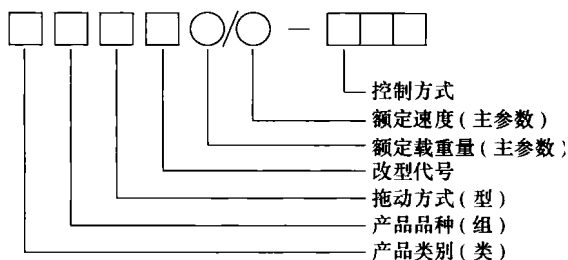


图1-2 电梯产品型号代号顺序

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，见表1-2~表1-4。

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，见表1-2~表1-4。

表1-2 产品类别(类)代号

产品类别	采用代号
电梯	T
液压梯	

表1-3 产品品种(组)代号

产品类别	采用代号	产品类别	采用代号
乘客电梯	K	杂物电梯	W
载货电梯	H	汽车电梯	Q
客货电梯	L	船用电梯	C
病床电梯	B	观光电梯	G
住宅电梯	Z		

表1-4 拖动方式(型)代号

拖动方式	交流	直流	液 压
采用代号	J	Z	Y

第二部分是主参数代号，其左上方为电梯的额定载重量(kg)，右下方为额定速度(m/s)，中间用斜线分开，均用阿拉伯数字表示，见表1-5。

表1-5 主参数代号

额定载重量/kg	表 示	额定速度/(m/s)	表 示
400	400	0.63	0.63
630	630	1.0	1
800	800	1.6	1.6
1000	1000	2.5	2.5

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，见表 1-6。

表 1-6 控制方式代号

控制方式	采用代号	控制方式	采用代号
手柄控制手动门	SS	信号控制	XH
手柄开关控制自动门	SZ	集选控制	JX
按钮控制手动门	AS	并联控制	BL
按钮控制自动门	AZ	梯群控制	QK
		微机集选控制	JXW

例如：

TKJ 1000/1.6—JX

表示：交流乘客电梯，额定载重量为 1000kg，额定速度为 1.6m/s，集选控制。

TKZ 800/2.5—JXW

表示：直流乘客电梯，额定载重量为 800kg，额定速度为 2.5m/s，计算机组成的集选控制。

THY 2000/0.63—AZ

表示：液压货梯，额定载重量为 2000kg，额定速度为 0.63m/s，按钮控制自动门。

改革开放后，众多国外电梯制造厂商产品涌入国内并兴办合资、独资电梯制造厂，由于每个国家都有自己的电梯型号表示方法，而且合资厂也沿用引进国命名型号的规定使用，因此表示方式无法一一列举。其型号总体分以下几类：

1) 以电梯生产厂商名称及生产产品序号表示。例如 TOEC—90，前面的字母是厂商名称的英文字头，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。例如三菱电梯 GPS—II，前面字母为英文字头，代表产品种类，II 代表产品型号。

3) 以英文字头代表产品种类，配以数字表征电梯参数。例如“广日”牌电梯，YP—15—C090，YP 表示交流调速电梯，额定乘员 15 人，中分门，额定速度为 90m/min。

除上述例举外，还有其他表示方法，因此，对这些电梯必须根据其产品说明书了解其参数。

2. 电梯的主要参数和基本规格

(1) 电梯的主要参数

1) 额定载重量 (kg)：电梯设计所规定的轿内最大载荷。乘客电梯、客货电梯、病床电梯通常采用 320kg、400kg、630kg、800kg、1000kg、1250kg、1600kg、2000kg、2500kg 等系列，载货电梯通常采用 630kg、1000kg、1600kg、2000kg、3000kg、5000kg 等系列，杂物电梯通常采用 40kg、100kg、250kg 等系列。

2) 额定速度：电梯设计所规定的轿厢速度。标准推荐乘客电梯、客货电梯、病床电梯采用 0.63m/s、1.00m/s、1.60m/s、2.50m/s 等系列，载货电梯采用 0.25m/s、0.40m/s、0.63m/s、1.00m/s 等系列，杂物电梯采用 0.25m/s、0.40m/s 等系列。而实际使用上则还有 0.50m/s、1.50m/s、1.75m/s、2.00m/s、4.00m/s、6.00m/s 等系列。

(2) 电梯的基本规格 电梯的基本规格由以下参数组成：