

DIANTI JISHU

# 电梯技术

◎刘勇于磊 主编



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 电梯技术

主编 刘 勇 于 磊

 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

## 内 容 简 介

本书共有7章：第1章电梯概论、第2章电梯的组成及运行结构、第3章电梯的安全装置及保护系统、第4章电梯的动力拖动与电气控制、第5章电梯的安装与维修、第6章自动扶梯与人行道、第7章电梯的安全操作与常规保养。为了便于读者自学，本书力求理论联系实际，由浅入深，循序渐进，具有内容全面、图文并茂等特点。

本书可作为高等院校机电一体化技术专业、电气自动化技术专业及电梯专业教材，也适合作为电梯从业人员岗前培训教材，对电梯从业人员快速掌握电梯结构和原理，参与指导电梯生产制造、安装维修、管理使用等作用较大。

版权专有 侵权必究

---

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电梯技术 / 刘勇, 于磊主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2014.1

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8757 - 9

I. ①电… II. ①刘… ②于… III. ①电梯 - 高等学校 - 教材 IV. ①TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 004959 号

---

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12.25

字 数 / 289 千字

版 次 / 2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 39.00 元

责任编辑 / 王艳丽

文案编辑 / 王艳丽

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

# Foreword 前言

Foreword

随着我国经济的发展,人民物质生活水平不断提高,作为建筑物的垂直交通工具——电梯已融入我们生活的方方面面。但近年来由于电梯安全规范和标准不统一,普遍注重电梯安装、轻视维修保养等因素造成电梯事故不断。另外,由于电梯行业的快速发展也使我国电梯制造、营销、安装和维修保养的从业人员紧俏,加上电梯管理、检验和研发的专业人员和搭乘使用电梯的大众群体迫切需要深入地了解电梯这个特种设备。因此,为了保证电梯的正常运行和安全使用,为了提高从业人员的职业素质和操作技能而编写了本书。本书的目的是让普通读者了解电梯、熟悉电梯,让专业人员学会管理电梯、监控电梯,从而进行电梯维修与保养工作。

本书第一主编刘勇曾在电梯企业从业 20 余年,书中很多内容是多年从事电梯设计、制造、安装、调试、维修、改造和技术培训工作的经验总结。本书第二主编于磊从事职业教育 10 余年,有着丰富的理论和实践经验,为本书充实了理实结合的案例及相关内容。为了便于读者自学,本书力求理论联系实际,由浅入深,循序渐进,以利于读者在较短的时间内熟悉和掌握电梯的基本原理;熟悉和掌握一般电梯的安装调试方法及技术验收规范;熟悉和掌握电梯常见故障的逻辑判断与排除方法;熟悉和掌握电梯运行工艺及运行管理的一般知识。

本书共分 7 章。第 1 章为电梯概论,第 2 章为电梯的组成及运行结构,第 3 章为电梯的安全装置及保护系统,第 4 章为电梯的动力拖动与电气控制,第 5 章为电梯的安装与维修,第 6 章为自动扶梯与人行道,第 7 章为电梯的安全操作与常规保养。

本书在编写过程中得到了天津机电职业技术学院、奥的斯电梯(中国)有限公司等相关部门和同事的大力支持,感谢他们提供了大量宝贵的资料和建议,在此表示由衷的谢意!

由于编者水平有限,书中难免存在不足,敬请读者指正。

编者

<b>第 1 章 电梯概论</b> .....	1
1.1 电梯简史 .....	1
1.1.1 电梯的起源 .....	1
1.1.2 电梯技术的现状 .....	4
1.1.3 电梯技术的发展趋势 .....	5
1.2 电梯的种类 .....	8
1.2.1 按电梯用途分类 .....	8
1.2.2 按电梯速度分类 .....	11
1.2.3 按电梯拖动电动机类型分类 .....	11
1.2.4 按电梯驱动方式分类 .....	11
1.2.5 按电梯操纵控制方式分类 .....	12
1.2.6 其他方式分类 .....	13
1.3 电梯的主要参数 .....	13
1.3.1 电梯的主参数 .....	13
1.3.2 电梯的基本规格 .....	14
1.4 电梯型号的编制方法 .....	15
1.4.1 电梯型号编制方法的规定 .....	15
1.4.2 电梯产品型号示例 .....	15
1.5 电梯的性能要求 .....	16
1.5.1 电梯的安全性 .....	16
1.5.2 电梯的可靠性 .....	16
1.5.3 电梯平层精度 .....	16
1.5.4 电梯舒适性和考核评价 .....	17
1.6 电梯工作条件和对建筑物的相关要求 .....	18
1.6.1 电梯的工作条件 .....	18
1.6.2 电梯对建筑物的相关要求 .....	18
1.6.3 电梯的施工条件 .....	21
<b>思考题</b> .....	23

<b>第 2 章 电梯的组成及运行结构</b> .....	24
<b>2.1 电梯的基本结构</b> .....	24
2.1.1 电梯的定义及整体结构 .....	24
2.1.2 电梯的功能结构 .....	25
<b>2.2 电梯的曳引机构</b> .....	27
2.2.1 曳引机构的组成 .....	27
2.2.2 曳引机构的减速器 .....	28
2.2.3 曳引机构的制动器 .....	30
2.2.4 曳引机的曳引能力 .....	31
2.2.5 曳引钢丝绳 .....	33
<b>2.3 电梯的轿厢及门系统</b> .....	36
2.3.1 电梯的轿厢系统 .....	36
2.3.2 电梯的门系统 .....	42
<b>2.4 电梯的导向机构与对重</b> .....	45
2.4.1 电梯的导向机构 .....	45
2.4.2 电梯对重 .....	49
<b>思考题</b> .....	51
<b>第 3 章 电梯的安全装置及保护系统</b> .....	52
<b>3.1 电梯的安全保护系统</b> .....	52
3.1.1 电梯可能发生的事故和故障 .....	52
3.1.2 电梯安全保护系统的组成 .....	53
3.1.3 电梯安全保护装置的动作关联关系 .....	53
<b>3.2 限速器</b> .....	54
3.2.1 限速器的结构与原理 .....	54
3.2.2 限速器的运行条件 .....	56
<b>3.3 安全钳</b> .....	57
3.3.1 安全钳的种类与结构特点 .....	57
3.3.2 安全钳的使用条件及方法 .....	59
<b>3.4 缓冲器</b> .....	60
3.4.1 缓冲器的作用及运行条件 .....	60
3.4.2 缓冲器的类型 .....	61
3.4.3 缓冲器的数量 .....	63
<b>3.5 终端限位保护装置</b> .....	64
3.5.1 强迫减速开关 .....	64
3.5.2 终端限位开关 .....	65
3.5.3 终端极限开关 .....	65
3.5.4 层门门锁 .....	66

3.5.5	超载限制装置	67
3.6	其他安全防护装置	68
3.6.1	轿厢顶部安全窗	68
3.6.2	电梯急停开关	68
3.6.3	可切断电梯电源的主开关	68
3.6.4	轿顶护栏	68
3.6.5	底坑对重侧护栅	68
3.6.6	轿厢护脚板	69
3.6.7	制动器扳手与盘车手轮	69
3.6.8	超速保护开关	69
3.6.9	曳引电动机的过载保护	69
3.6.10	电梯控制系统中的短路保护	69
3.6.11	供电系统相序和断(缺)相保护	70
3.6.12	主电路方向接触器连锁装置	70
	思考题	70
<b>第4章 电梯的动力拖动与电气控制</b> 71		
4.1	电梯的拖动系统	71
4.1.1	电梯拖动系统的结构	71
4.1.2	VVVF 电梯电气控制系统的构成	72
4.1.3	VVVF 电梯的拖动系统结构和原理	72
4.2	电梯的电气控制部件	77
4.2.1	操纵箱	77
4.2.2	指示灯	78
4.2.3	呼梯按钮盒	79
4.2.4	轿顶检修盒	80
4.2.5	换速平层装置	80
4.2.6	选层器	80
4.2.7	控制柜	81
4.3	电梯控制系统的工作原理	82
4.3.1	电梯控制系统的结构	82
4.3.2	电气控制系统分析	83
4.3.3	PLC 控制系统	85
	思考题	87
<b>第5章 电梯的安装与维修</b> 88		
5.1	电梯安装工艺与流程	88
5.1.1	施工现场的检查	88
5.1.2	人员的组织与施工计划的制订	89



5.1.3	电梯配件清单检查	89
5.1.4	劳保用品的准备	89
5.2	机械安装	89
5.2.1	架设脚手架	89
5.2.2	样板架的制作和架设及基准线挂设	91
5.2.3	导轨支架和导轨安装	92
5.2.4	厅门、层门的安装	93
5.2.5	承重梁和曳引机的安装	96
5.2.6	轿厢的安装	98
5.2.7	对重和曳引绳的安装	101
5.2.8	补偿链的安装	104
5.3	电气设备的安装	104
5.3.1	井道内电气设备的安装	104
5.3.2	机房电气设备的安装	105
5.4	电梯的调试及安装验收	106
5.4.1	调试前的准备工作	106
5.4.2	调试前的电气检查	107
5.4.3	调试前的机械部件检查	107
5.4.4	主要部件的调试	108
5.4.5	电梯的整机运行调试	108
5.4.6	电梯的安装验收试验	109
5.4.7	电梯的验收检验要求	112
5.4.8	电梯验收检验申请及相关要求	113
5.5	电梯的常见故障与排除	114
5.5.1	电梯的维修安全与技术要点	114
5.5.2	电梯的主要部件维修	114
5.5.3	电梯的常见故障及原因	116
	思考题	119
	第6章 自动扶梯与人行道	120
6.1	自动扶梯的结构及主要参数	120
6.1.1	自动扶梯及自动人行道的的基本参数	120
6.1.2	自动扶梯及自动人行道的构造	121
6.1.3	自动扶梯及自动人行道的的主要零部件	122
6.1.4	自动扶梯及自动人行道的的设计	130
6.2	自动扶梯的安装与调试	133
6.2.1	自动扶梯的安装	133
6.2.2	自动扶梯的调试	139
6.3	自动扶梯和自动人行道的检验与维修	141



6.3.1 自动扶梯和自动人行道的检验项目及要	141
6.3.2 自动扶梯和自动人行道的常见故障与排除	146
思考题	150
<b>第7章 电梯的安全操作与常规保养</b>	<b>151</b>
7.1 电梯的安全操作	151
7.1.1 电梯的基本操作	151
7.1.2 对电梯司机的要求	152
7.1.3 电梯安全操作的基本要求	152
7.1.4 电梯交接班的基本要求	153
7.1.5 电梯发生故障时的安全操作	153
7.1.6 电梯发生紧急故障时应采取的措施	154
7.1.7 电梯安全文明搭乘守则	155
7.2 电梯的使用管理	162
7.2.1 电梯行政管理规定	162
7.2.2 设备管理制度	163
7.3 电梯定期检查与保养	164
7.3.1 机房内的检查与保养	164
7.3.2 层站设备的检查与保养	170
7.3.3 轿箱的检查与保养	170
7.3.4 轿顶的检查与保养	171
7.3.5 轿底及地坑设备的检查与保养	173
7.3.6 电梯常规保养项目与要求	173
思考题	174
<b>附录 电梯常用名词术语</b>	<b>175</b>
<b>参考文献</b>	<b>185</b>

1852年, 发明纽约州扬克斯(Yankees)的机械工程师奥的斯先生(Otis Green Oak)在一次展览会上, 向公众展示了他的发明, 从此宣告电梯诞生, 也打消了人们长期对升降安全性和质疑。随后奥的斯先生即建成了他的新电梯公司。

1857年, 奥的斯公司在纽约安装了世界第一台客运升降梯。1887年奥的斯公司制造了世界上第一台以直流电动机驱动的升降梯。此时电梯设备极其简单: 1899年第一台升降式(轿厢水平, 踏板由硬木制成, 有活动扶手和梳齿板)扶梯式制成成功; 1908年, 奥的斯公司采用了曳引驱动方式代替了卷筒驱动, 提高了电梯传动系统的通用性; 同时也成功制造出有齿轮减速曳引式高速电梯, 使电梯传动设备的数量和体积大幅减小, 增强了安全性, 并成为沿用至今的电梯曳引式传动的基本形式。见图1-2。

奥的斯公司在1892年开始用按钮操纵代替以往在轿厢内拉动绳索的操纵方式; 1915年新造出设置自动下行的电梯; 1924年安装了第一个信号控制系统, 使电梯司机操纵大

# 第 1 章

## 电梯概论

### 1.1 电梯简史

#### 1.1.1 电梯的起源

##### 1. 电梯发展史

很久以前，人们就已经开始使用原始的升降工具来运送人和货物，并大多采用人力或畜力作为驱动力。到 19 世纪初，随着工业革命进程的发展，蒸汽机成为重要的原动机。在欧美开始用蒸汽机作为升降工具的动力，并不断地得到创新和改进。到 1852 年，世界第一台被工业界普遍认可的安全升降机诞生。1845 年，英国人汤姆逊制成了世界上第一台液压升降机。当时由于升降机功能不够完善，难以保障安全，故较少用于载人。见图 1-1。

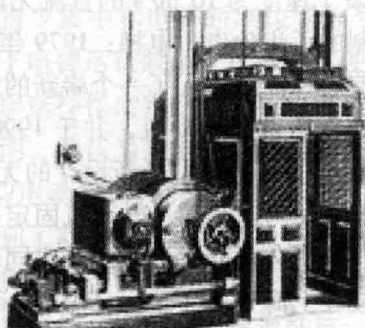


图 1-1 电梯发展历程

1852 年，美国纽约州杨可斯（Yonkers）的机械工程师奥的斯先生（Elisha Graves Otis）在一次展览会上，向公众展示了他的发明，从此宣告电梯诞生，也打消了人们长期对升降机安全性的质疑，随后奥的斯先生组建成立了奥的斯电梯公司。

1857 年，奥的斯公司在纽约安装了世界第一台客运升降机；1889 年奥的斯公司制成了世界上第一台以直流电动机驱动的升降机，此时电梯就名副其实了；1899 年第一台梯阶式（梯阶水平、踏板由硬木制成、有活动扶手和梳齿板）扶梯试制成功；1903 年，奥的斯公司采用了曳引驱动方式代替了卷筒驱动，提高了电梯传动系统的通用性；同时也成功制造出有齿轮减速曳引式高速电梯，使电梯传动设备的重量和体积大幅缩小，增强了安全性，并成为沿用至今的电梯曳引式传动的基本形式。见图 1-2。

奥的斯公司在 1892 年开始用按钮操纵代替以往在轿厢内拉动绳索的操纵方式；1915 年制造出微调节自动平层的电梯；1924 年安装了第一台信号控制系统，使电梯司机操纵大

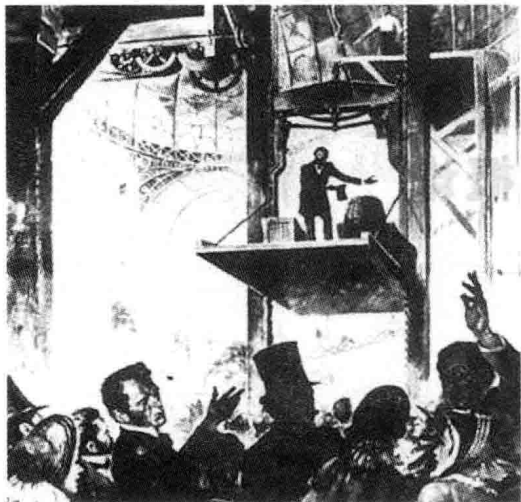


图 1-2 世界上第一部安全电梯及奥的斯先生

大简化；1928年开发并安装了集选控制电梯；1946年在电梯上使用群控方式，并在1949年使用于纽约联合国大厦；特别值得一提的是奥的斯公司在1967年为美国纽约世界贸易中心大楼安装了208台电梯和49台自动扶梯，每天要完成13万人次的运输任务，遗憾的是该大楼于2001年9月11日因恐怖袭击而倒塌。

1976年日本富士达公司开发了速度为10 m/s的直流无齿轮曳引电梯；1977年，日本三菱电机公司开发了晶闸管控制的无齿轮曳引电梯；1979年奥的斯公司开发了第一台基于微型计算机的电梯控制系统，使电梯控制进入了一个崭新的发展时期；1983年日本三菱电机公司开发了世界上第一台变频变压调速电动机，并于1990年将此变频调速系统用于液压电梯驱动；1996年芬兰通力电梯公司发布了最新设计的无机房电梯 MonoSpace，由 Eco-disk 扁平的永磁同步电动机变压变频调速驱动，电动机固定在井道顶部侧面，由曳引钢丝绳传动牵引轿厢；同年日本三菱电机公司开发了采用永磁同步无齿轮曳引机和双盘式制动系统的双层轿厢高速电梯，安装在上海 Mori 大厦；1997年迅达电梯公司展示了 Mobile 无机房电梯，该电梯无需曳引绳和承载井道，自驱动轿厢在自支撑的铝制导轨上垂直运行；同年通力电梯公司在芬兰建造了当今世界上行程为350 m的地下电梯试验井道，电梯实际提升高度330 m，其速度理论上可达到17 m/s。

随着现代建筑物楼层不断升高，电梯的运行速度、载重量也在提高。目前世界上最高电梯速度已经达到1 010 m/s，该电梯安装在台北的地标性建筑101大楼，88层的高度运行时间仅仅54 s，见图1-3。但从人体对加速度的适应能力、气压变化的承受能力和实际使用电梯停层的考虑，一般将电梯的速度限制在10 m/s以下。

## 2. 电梯控制技术的演变

早期电梯的控制方式几乎全部采用有司机轿内开关控制，电梯的起动、运行、减速、平层、停车等判断均靠司机作出，操作起来很不方便。1894年，奥的斯公司开发了一种由层楼控制器自动控制平层的技术，从而成为电梯控制技术发展的先导。

1915年，奥的斯公司又发明了由两个电动机控制的微驱动平层控制技术，它由一个电动机专用于起动和快速运行，另一个则用于平层停车，从而得到了16:1的减速范围，运

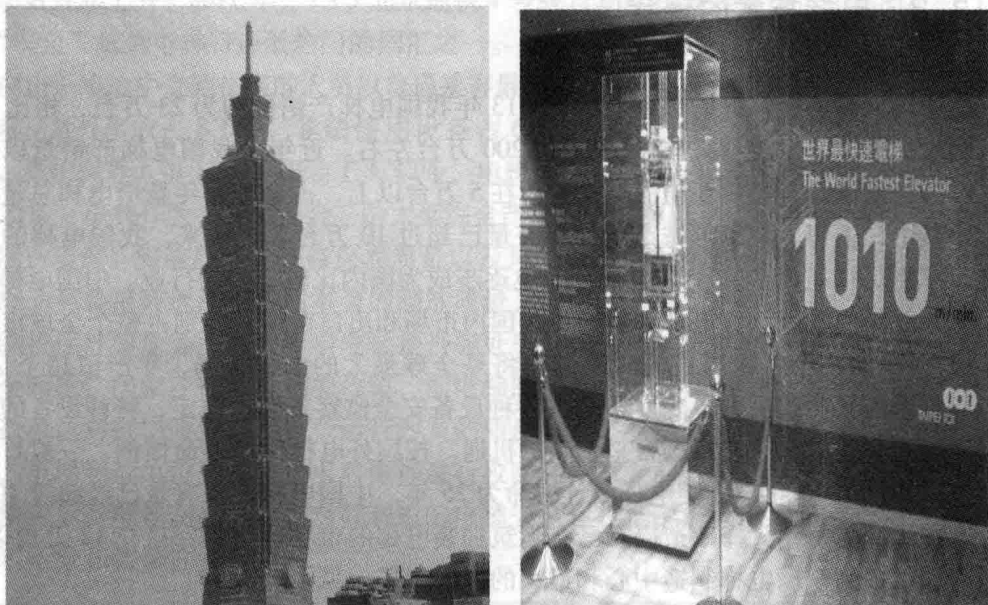


图 1-3 台北 101 大楼的高速电梯

行较为舒适，平层较准。

为了解决乘客候梯时间长的矛盾，1925 年出现了一种集选控制技术。它能将各层站上下方向的召唤信号和轿厢内的指令集中和电梯轿厢位置信号比较，从而使电梯合理运行，缩短了乘客候梯的时间，提高了电梯运行效率。这种技术使司机的操作大大简化，不再需要司机对电梯的运行方向和停层选择作出判断，司机仅需按层楼按钮及关闭层门按钮。这一种控制技术现在还在广泛使用，被认为是电梯控制技术的一大进步。

20 世纪 30 年代，交流感应电动机因其价格低，制造和维修方便而广泛应用于电梯上。用改变电动机极对数的方法达到了双速控制的要求，使拖动系统结构简化，可靠性大大提高。目前我国大多数在用电梯均采用这种交流双速变极拖动控制。

早期的直流拖动电梯，在发展到交流单、双速拖动后，随着 20 世纪 30 年代高层建筑的发展，人们对电梯额定运行速度的要求日益提高，产生了直流调速控制的直流电动机拖动的高速电梯。这一系统从最初的开环、有级、有触点控制发展到今天的闭环、无级、无触点控制系统。这是电梯控制技术的又一次进步。

随着电子技术的发展，从 20 世纪 60 年代末到 70 年代初，开始发展了应用交流电动机的交流调速拖动，它从交流调压调速进而发展到变频变压调速系统。它以其突出的节能效果在一定范围内 ( $\leq 4 \text{ m/s}$ ) 完全取代了直流拖动系统。这是目前正在大力发展的技术，被认为是电梯拖动技术的一次飞跃。

微电子技术的飞速发展使微型计算机用于电梯的控制，正全面替代有触点的继电器控制方式。从而使电梯的拖动控制、信号操作及自动调度控制达到了一个新的高度。如今，微型计算机的大量应用及大功率半导体器件的技术发展使得电梯控制系统日益自动化、智能化，交流变频调压技术也正向大功率、高速度方向发展。目前，这一技术的发展已使交流调速拖动的电梯速度达到了  $7 \text{ m/s}$ ，必将逐步取代直流拖动电梯。



## 1.1.2 电梯技术的现状

### 1. 电梯市场

根据中国电梯协会掌握的数据显示,2013年我国电梯产销量约为23万台,相比2012年增长幅度约为25%,全国电梯保有量达200万台左右。近年来我国电梯产销量以每年20%左右的速度增长,每年新增的电梯数量在5万台以上,占全球每年新增电梯总量的一半以上。其中,上海、北京等城市电梯保有量已超过10万台。近年来,我国电梯的出口年均增长率将保持在35%以上,电梯行业也逐步成为国内比较重要的行业。中国电梯协会预测,未来五年内我国垂直电梯和扶梯市场国内市场和出口市场将分别占整个全球市场的1/2和1/3,我国在今后相当长的时间内仍将是全球最大的电梯市场,年产值超千亿元,电梯市场可谓前景广阔。国务院发布的《特种设备安全监察条例》规定,特种设备的强制报废制度也为我国电梯改造市场带来了新的机遇。按国外电梯使用寿命惯例,一般日本系列电梯设计寿命为15年,欧美电梯设计寿命为25年,中国电梯的保有量已经超过100万台,专家预计今后每年大修改造以及已有建筑加装电梯的市场容量将保持在12万台以上。因此,中国已成为全球电梯制造中心和最大的电梯市场。见图1-4。

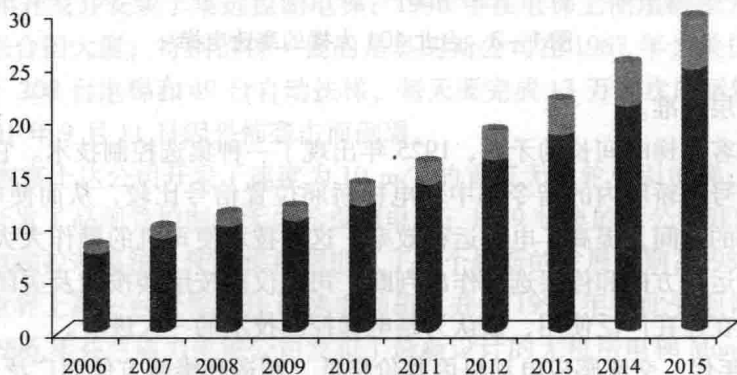


图1-4 电梯市场销售台数增长速度 (万台)

### 2. 电梯企业

目前,全国有注册电梯企业达395家,其中美国奥的斯、瑞士迅达、芬兰通力、德国蒂森及日本三菱、日立、富士达、东芝等13家大型外企占据我电梯市场80%的份额,销售额达85%。从电梯业年产量而言,奥的斯(中国)、上海三菱、广州日立的产量已达1万台以上;迅达、蒂森、通力、富士达、东芝达到3000~10000台的产销规模,其中最晚进入中国电梯市场的华升富士达投产10年,产销量一直保持40%的上升趋势。近年来,一批民族电梯企业苦练内功,绝地反击,出现四分天下有其一的局面。目前,中国已成为全球电梯劲旅竞争的主战场,中国电梯业目前面临行业的重新“洗牌”,民族自主品牌应利用国家政策支持、资本市场支持等多方面有利因素,逐鹿天下,加快赢得更多市场。电梯作为终端消费品,品牌在市场竞争中的作用明显。品牌往往成为人们在选择电梯产品时的重点考虑因素,电梯生产企业要想建立良好的品牌并获得市场的认可,也必须经过市场一定时间的检验。

### 3. 电梯安全

从2005年开始,我国平均每年电梯事故在40起左右,死亡人数在30人左右。近年来,

电梯事故逐年上升,2011年“7·5北京地铁4号线自动扶梯安全事故”(见图1-5)发生后,“安全”成为电梯行业最热门的词汇之一。近年来的电梯事故中,违章操作引发的事故较为突出,事故中受到伤害的人员以普通乘客最多。其中,违章操作占62.7%,设备缺陷占22.7%,意外事故占8.0%,非法使用设备占6.6%。事故中受伤害人员包括:普通乘客50%,维护保养人员13%,安装工人12%,电梯操作人员4%,其他包括保安等未经培训的人员21%。电梯作为一种机电合一的大型综合产品,能够得以安全可靠地运行取决于电梯本身的制造质量、安装质量、维修保养质量以及用户的日常管理质量等诸多方面的因素。传统的理念只是单纯地注重产品本身的制造质量,而忽视了前期的电梯优化配比、后期的安装、维护保养质量等一系列影响电梯是否能处于最佳运行状态的其他要素。为有效解决电梯安全问题,国家正在推行相关政策,如电梯制造单位“终身负责”的工作机制,要求电梯制造单位对电梯质量以及安全运行涉及的质量问题终身负责;电梯安装、改造、维修结束后,电梯制造单位要按照要求对电梯进行校验和调试,并对校验和调试结果负责;电梯投入使用后,电梯制造单位要对其制造的电梯安全运行情况进行跟踪调查,并给予维保单位技术指导和备件的支持。



图1-5 北京地铁4号线自动扶梯安全事故图例

### 1.1.3 电梯技术的发展趋势

#### 1. 绿色节能电梯需求旺盛

建设节约型社会已成为我国政府多年来的工作重点。电梯作为能耗大户,使用节能电梯已成大势所趋,绿色节能依然成为2012年电梯行业发展的主要方向。实现电梯节

能主要有以下几个途径，即改进机械传动和电力拖动系统，例如，将传统的蜗轮蜗杆减速器改为行星齿轮减速器或采用无齿轮传动，机械效率可提高 15% ~ 25%；将交流双速拖动系统改为变频调压调速（VVVF）拖动系统，电能损耗可减少 20% 以上。其次，可以采取能量回馈技术，将电容中多余的电能转变为与电网同频率、同相位、同幅值的交流电能回馈给电网，可以提供给小区照明、空调等其他用电设备。从数据上看，能量回馈技术使用后节能效果显著。若以一幢 20 层左右的大楼为例，一台 1 350 kg、速度 2.5 m/s 的传统电梯，一周实测耗电约 800 kW·h，而能量回馈型电梯仅为 600 kW·h，实际节约能耗 30% 左右。另外，使用 LED 发光二极管更新电梯轿厢常规使用的白炽灯、日光灯等照明灯具，可节约照明用量 90% 左右，灯具寿命是常规灯具的 30 ~ 50 倍。LED 灯具功率一般仅为 1 W，无热量，而且能实现各种外形设计和光学效果，美观大方。

### 2. 服务需求升级，维保人员需求大增

一系列电梯安全事故发生后，不仅电梯产品质量受到质疑，更多地体现在人们对维保服务的不满。规范电梯维护保养行为，提升维护保养质量自然成为未来电梯企业工作的重头戏。随着用户对服务需求的日益提升，2012 年电梯行业的竞争将逐步由单一的产品竞争向包含服务在内的多方面、全过程过渡。受“奥的斯事件”的刺激，全国各地加大了对电梯运行的监督检查，一些地方政府对电梯维修保养做出了新的规定。加大重视维保质量，对企业来说是一个挑战，也是一个机遇。在不久的将来，维保的利润可能会占据半壁江山，甚至会超过制造的利润。前不久，国家质检总局开始讨论要求电梯厂家对电梯安全终身负责，电梯制造、安装、维保均由厂家负责，该要求看似增加了厂家的压力，实际上暗藏着巨大商机。此外，在生产不断同质化的今天，2012 年会有越来越多的电梯生产企业认识到安装和维修保养的重要性。20 多年来一直以新装电梯为主导的中国电梯市场，将迎来新装与维保并重时代，因此具备相关资质的安装、维修人员的需求也大增，并呈现供不应求的态势。

### 3. 超高速电梯继续成为研究方向

未来我国可用于建筑的占地面积越来越少，这就要求建筑物越来越高，高层建筑的增多，必然带来高速电梯的需求。2012 年超高速电梯依然会成为行业的研究方向。超高速电梯的研究继续在采用超大容量电动机、高性能微处理器、减振技术、新式滚轮导靴和安全钳、永磁同步电动机、轿厢气压缓解和噪声抑制系统等方面推进。超高速电梯在一些建筑中已经得到了充分应用，比如台北 101 大厦采用的电梯速度达到 1 000 m/min。正在建设中的上海中心大厦将采用运行速度为 1 080 m/min 的电梯，建成后的上海中心大厦不仅成为中国最高建筑，采用的电梯也将成为世界超高速电梯。另外，在上海环球金融中心、上海金茂大厦等高层建筑中均采用了不同速度的高速电梯。

### 4. 智能群控技术引领行业发展

在电梯产品日趋同质化时，智能群控技术将引领行业发展新潮流。虽然智能群控技术已经得到了应用，但应用的范围有限，主要集中在大型酒店宾馆以及高档写字楼内。电梯群控系统是指在一座大楼内安装多台电梯，并将这些电梯与一部计算机连接起来。该计算机可以采集到每个电梯的各种信号，经过调度算法的计算向每部电梯发出控制指令。总之，电梯群控技术能够根据楼内交通量的变化，对每部电梯的运行状态进行调配，目的是



为了达到梯群的最佳服务及合理的运行管理。传统的群控算法只有一个目标，即最小候梯时间。在现代高层建筑的一些特定交通模式下，不可能要求每一部电梯能够服务每一个楼层，所以电梯群控系统调度算法的研究有着重要的现实意义。智能群控技术不仅代表行业技术发展方向，也将给人们带来更多的便利。此外，用互联网监控电梯，就是在电梯轿厢原来的监控设备上安装传感器，传感器会对电梯里的视频、音频、运行状态等数据进行24 h实时监控。采集到的数据，会通过3G电信网络传输到应急处置中心，中心平台能据此进行在线故障分析、诊断，及时告知救援人员。

## 5. 电梯新技术的应用已经成为电梯发展的主要趋势

### 1) 楼层厅站登记系统

楼层厅站登记系统操纵盘设置在各层站候梯厅，操纵盘号码对应各楼层号码。乘客只需在呼梯时登记目的楼层号码，就会知道应该去乘梯组中哪部电梯，从而提前去厅门等候。待乘客进入轿厢后不再需要选层，轿厢会在目的楼层停梯。由于该系统的操作便利及结合强大的计算机群控技术，使得候梯和乘梯时间缩减。该系统的关键是处理好新召唤的候梯时间对原先已安排好的那些召唤服务时间的延误问题。

### 2) 双层轿厢电梯

双层轿厢电梯有两层轿厢，一层在另一层之上，同时运行。乘客进入大楼1楼门厅，如果去单数楼层就进下面一层轿厢；如果去双数楼层则先乘1楼和2楼之间的自动扶梯，到达2楼后进入上面一层轿厢。下楼离开时可乘坐任一轿厢，而位于上层轿厢的乘客需停在2楼，然后乘自动扶梯去1楼离开大楼。双层轿厢电梯增加了额定容量，节省了井道空间，提高了输送能力，特别适合超高层建筑往返空中大厅的高速直驶电梯。双层轿厢电梯要求相邻的层高相等，且存在上下层乘客出入轿厢所需时间取最大值的问题。

### 3) 集垂直运输与水平运输的复合运输系统

集垂直运输与水平运输的复合运输系统采用直线电动机驱动，在一个井道内设置多台轿厢。轿厢在计算机导航系统控制下，可以在轨道网络内交换各自运行路线。该系统节省了井道占用的空间，解决了超高层建筑电梯钢丝绳和电缆重量太大的问题，尤其适合于具有同一底楼的多塔形高层建筑群中前往空中大厅的穿梭直驶电梯。

### 4) 交流永磁同步无齿轮曳引机驱动的无机房电梯

无机房电梯由于曳引机和控制柜置于井道中，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。而交流永磁同步无齿轮曳引机的特点是：①结构简单紧凑，体积小，重量轻，形状可灵活多样；②配以变频控制可以实现更大限度的节能；③没有齿轮，于是没有齿轮振动和噪声、齿轮效率、齿轮磨损及润滑油滑问题，减少了维护工作，降低了油污染；④由于失电时旋转的电动机处于发电制动状态，增加了曳引系统的安全可靠性。

### 5) 彩色大屏幕液晶楼层显示器

彩色大屏幕液晶楼层显示器可以以高分辨率的彩色平面或三维图像显示电梯的楼层信息（如位置、运行方向），还可以显示实时的载荷、故障状态等。通过控制中心的设置还可以显示日期、时间、问候语、楼层指南、广告等，甚至还可以与远程计算机和寻呼系统连接发布天气预报、新闻等。有的显示器又增加了触摸查询功能。该装置缓解了陌生乘客在轿厢内面对面对视时的尴尬、无趣的局面，降低了乘客乘梯时心理上的焦虑感。

### 6) 电梯远程监控系统

电梯远程监控系统是将控制柜中的信号处理计算机获得的电梯运行和故障信息通过公共电话网络或专用网络（都需要使用调制解调器）传输到远程的能够提供可视界面的专业电梯服务中心的计算机，以便那里的服务人员掌握电梯运行情况，特别是故障情况。该系统一般具有显示故障、分析故障、故障统计与预测等功能，还有的可实现远程调试与操作，便于维修人员迅速进行维修应答和采取维修措施。这样缩短了故障处理时间，简化了人工故障检查的操作，保证了大楼电梯安全高效地运行。

### 7) 安全技术方面

一方面传统的电梯安全部件正在改用双向安全系统；另一方面电梯使用的安全技术也在不断扩大，包括了IC卡电梯管理系统、指纹识别系统以及小区监控系统等。而直接进户的三门电梯也将成为一些高档社区的选择趋势。

## 1.2 电梯的种类

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。

### 1.2.1 按电梯用途分类

按电梯用途分类是一种常用的分类方法，但由于电梯有一定的通用性，所以按用途分类在使用中用得较多。但实际标准不很明确。

#### 1. 乘客电梯

乘客电梯以运送乘客为主，兼以运送重量和体积合适的日用物件。适用于高层住宅、办公大楼、宾馆或饭店等人员流量较大的公共场合。其轿厢内部装饰要求较高，运行舒适感要求严格，具有良好的照明与通风设施，为限制乘客人数，其轿厢内面积有限，轿厢宽深比例较大，有利于人员出入。为提高运行效率，其运行速度较快。其派生品种有住宅电梯、观光电梯等，见图1-6。



图1-6 豪华观光电梯