

高等职业教育“十三五”重点规划教材

电梯技术

(第2版)

DIANTI
JISHU

刘勇 于磊 主编



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

高等职业教育“十三五”重点规划教材

电梯技术（第2版）

主编 刘 勇 于 磊

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。

本书可作为高职院校机电一体化专业、自动化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. —2版. —北京: 北京理工大学出版社, 2017.1
(2017.7重印)

ISBN 978-7-5682-3573-0

I. ①电… II. ①刘…②于… III. ①电梯-基本知识 IV. ①TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 010545 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)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 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 /

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 14

字 数 / 330千字

版 次 / 2017年1月第2版 2017年7月第2次印刷

定 价 / 36.00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 / 李志强

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

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。

本书第一主编刘勇为天津机电职业技术学院教授、正高工,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。本书第二主编于磊为天津机电职业技术学院副教授、高级实训指导教师,从事职业教育 10 余年,有着丰富的理论和实践经验,为本书提供了案例及相关内容。为了便于读者自学与领会全书内容,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。

本书共分为 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

第 1 章 电梯概论	1
1.1 电梯简史	9
1.1.1 电梯的起源	9
1.1.2 电梯技术的现状	12
1.1.3 电梯技术的发展趋势	14
1.2 电梯的种类	16
1.2.1 按电梯用途分类	16
1.2.2 按电梯速度分类	19
1.2.3 按电梯拖动电动机类型分类	19
1.2.4 按电梯驱动方式分类	19
1.2.5 按电梯操纵控制方式分类	20
1.2.6 其他方式分类	21
1.3 电梯的主要参数	22
1.3.1 电梯的主参数	22
1.3.2 电梯的基本规格	22
1.4 电梯型号的编制方法	23
1.4.1 电梯型号编制方法的规定	23
1.4.2 电梯产品型号示例	24
1.5 电梯的性能要求	24
1.5.1 电梯的安全性	24
1.5.2 电梯的可靠性	24
1.5.3 电梯平层精度	24
1.5.4 电梯舒适性和考核评价	25
1.6 电梯工作条件和对建筑物的相关要求	26
1.6.1 电梯的工作条件	26
1.6.2 电梯对建筑物的相关要求	26
1.6.3 电梯的施工条件	29
思考题	32

第 2 章 电梯的组成及运行结构	33
2.1 电梯的基本结构	33
2.1.1 电梯的定义及整体结构	33
2.1.2 电梯的功能结构	34
2.2 电梯的曳引机构	37
2.2.1 曳引机构的组成	37
2.2.2 曳引机构的减速器	38
2.2.3 曳引机构的制动器	40
2.2.4 曳引机的曳引能力	41
2.2.5 曳引钢丝绳	43
2.3 电梯的轿厢及门系统	46
2.3.1 电梯的轿厢系统	46
2.3.2 电梯的门系统	52
2.4 电梯的导向机构与对重	55
2.4.1 电梯的导向机构	55
2.4.2 电梯对重	59
思考题	61
第 3 章 电梯的安全装置及保护系统	63
3.1 电梯的安全保护系统	63
3.1.1 电梯可能发生的事故和故障	64
3.1.2 电梯安全保护系统的组成	64
3.1.3 电梯安全保护装置的动作关联关系	65
3.2 限速器	66
3.2.1 限速器的结构与原理	66
3.2.2 限速器的运行条件	67
3.3 安全钳	69
3.3.1 安全钳的种类与结构特点	69
3.3.2 安全钳的使用条件及方法	71
3.4 缓冲器	72
3.4.1 缓冲器的作用及运行条件	72
3.4.2 缓冲器的类型	73
3.4.3 缓冲器的数量	75
3.5 终端限位保护装置	75
3.5.1 强迫减速开关	76
3.5.2 终端限位开关	77
3.5.3 终端极限开关	77
3.5.4 层门门锁	78

3.5.5 超载限制装置	79
3.6 其他安全防护装置	79
3.6.1 轿厢顶部安全窗	80
3.6.2 电梯急停开关	80
3.6.3 可切断电梯电源的主开关	80
3.6.4 轿顶护栏	80
3.6.5 底坑对重侧护栅	80
3.6.6 轿厢护脚板	80
3.6.7 制动器扳手与盘车手轮	81
3.6.8 超速保护开关	81
3.6.9 曳引电动机的过载保护	81
3.6.10 电梯控制系统中的短路保护	81
3.6.11 供电系统相序和断（缺）相保护	81
3.6.12 主电路方向接触器连锁装置	82
思考题	83
 第4章 电梯的动力拖动与电气控制	 84
4.1 电梯的拖动系统	85
4.1.1 电梯拖动系统的结构	85
4.1.2 VVVF 电梯电气控制系统的构成	86
4.1.3 VVVF 电梯的拖动系统结构和原理	86
4.2 电梯的电气控制部件	91
4.2.1 操纵箱	91
4.2.2 指示灯	92
4.2.3 呼梯按钮盒	93
4.2.4 轿顶检修盒	94
4.2.5 换速平层装置	94
4.2.6 选层器	94
4.2.7 控制柜	95
4.3 电梯控制系统的工作原理	96
4.3.1 电梯控制系统的结构	96
4.3.2 电气控制系统分析	97
4.3.3 PLC 控制系统	99
思考题	102
 第5章 电梯的安装与维修	 104
5.1 电梯安装工艺与流程	104
5.1.1 施工现场的检查	104
5.1.2 人员的组织与施工计划的制订	105

5.1.3 电梯配件清单检查	106
5.1.4 劳保用品的准备	106
5.2 机械安装	106
5.2.1 架设脚手架	106
5.2.2 样板架的制作和架设及基准线挂设	107
5.2.3 导轨支架和导轨安装	108
5.2.4 厅门、层门的安装	110
5.2.5 承重梁和曳引机的安装	112
5.2.6 轿厢的安装	115
5.2.7 对重和曳引绳的安装	118
5.2.8 补偿链的安装	121
5.3 电气设备的安装	121
5.3.1 井道内电气设备的安装	121
5.3.2 机房电气设备的安装	122
5.4 电梯的调试及安装验收	123
5.4.1 调试前的准备工作	123
5.4.2 调试前的电气检查	124
5.4.3 调试前的机械部件检查	124
5.4.4 主要部件的调试	124
5.4.5 电梯的整机运行调试	125
5.4.6 电梯的安装验收试验	126
5.4.7 电梯的验收检验要求	129
5.4.8 电梯验收检验申请及相关要求	130
5.5 电梯的常见故障与排除	131
5.5.1 电梯的维修安全与技术要点	131
5.5.2 电梯的主要部件维修	131
5.5.3 电梯的常见故障及原因	133
思考题	138

第6章 自动扶梯与人行道	139
6.1 自动扶梯的结构及主要参数	140
6.1.1 自动扶梯及自动人行道的的基本参数	140
6.1.2 自动扶梯及自动人行道的构造	141
6.1.3 自动扶梯及自动人行道的的主要零部件	142
6.1.4 自动扶梯及自动人行道的的设计	150
6.2 自动扶梯的安装与调试	153
6.2.1 自动扶梯的安装	153
6.2.2 自动扶梯的调试	159
6.3 自动扶梯和自动人行道的检验与维修	161

6.3.1 自动扶梯和自动人行道的检验项目及要求的	161
6.3.2 自动扶梯和自动人行道的常见故障与排除	166
思考题	171
第7章 电梯的安全操作与常规保养	172
7.1 电梯的安全操作	173
7.1.1 电梯的基本操作	173
7.1.2 对电梯司机的要求	174
7.1.3 电梯安全操作的基本要求	174
7.1.4 电梯交接班的基本要求	175
7.1.5 电梯发生故障时的安全操作	175
7.1.6 电梯发生紧急故障时应采取的措施	176
7.1.7 电梯安全文明搭乘守则	177
7.2 电梯的使用管理	184
7.2.1 电梯行政管理规定	184
7.2.2 设备管理制度	185
7.3 电梯定期检查与保养	186
7.3.1 机房内的检查与保养	186
7.3.2 层站设备的检查与保养	192
7.3.3 轿箱的检查与保养	192
7.3.4 轿顶的检查与保养	193
7.3.5 轿底及地坑设备的检查与保养	195
7.3.6 电梯常规保养项目与要求	195
思考题	198
附录 电梯常用名词术语	199
参考文献	209

第 1 章

电梯概论

案例导入

某住宅小区电梯招标技术要求

一、设备采购概况

电梯井道机房设计尺寸（mm）要求如表 1-1 所示。

表 1-1 电梯井道机房设计尺寸（mm）

序号	楼号	机坑深	井道尺寸	地下室井高	一层井高	二层及以上井高	顶层井高	机房尺寸
1	3#~6#楼 (为 11 层)	1 500	深 2 200× 宽 2 000	3 300	3 000	2 900	4 100	深 3 200× 宽 2 000×高 2 700
	5 # 楼 西 单元		深 2 000× 宽 2 200					深 2 000× 宽 2 200×高 2 700
2	7#、8#楼 (为 16 层)	1 500	深 2 200× 宽 2 000	4 200	3 450	2 900	4 050	深 3 200× 宽 2 000×高 2 600

二、技术要求

1. 装修标准

- (1) 候梯厅门：首层门框为花纹不锈钢大门套，其余门框为标准框喷漆钢板。
- (2) 门外按钮显示：门外呼梯按钮、楼层显示、方向显示为一体型，面板为花纹不锈钢。
- (3) 轿厢壁板：花纹不锈钢，7#、8#楼客梯轿厢后侧板做花纹扁不锈钢扶手。
- (4) 轿顶装饰：选白色有机遮光板柔光照明（节能型）。
- (5) 轿厢地板：选用暖色拼花防滑塑胶（PVC）地板砖。
- (6) 轿内操纵箱：选用一体式操纵箱，面板为不锈钢。楼层、方向选高清晰真彩液晶显示。
- (7) 开门形式：中分门。
- (8) 厢内通信：为保证轿厢内人员安全，应设多方通话（机房、物业管理值班室）功能；预留摄像头安装孔（含随行电缆）。
- (9) 手动盘车功能：运行过程中如出现机械或停车事故，造成轿厢内人员被困上不来

下不去,此时可在机房手动盘车,救人出厢。

(10) 井道照明:电梯井道照明及电梯维修用的电梯插座,由电梯供货商安装专业公司完成。

2. 质量要求

应符合下列规范及有关要求:

- (1) 本小区机电工程质量目标为上海市“申安杯”工程,电梯是其中一个分部工程。
- (2) 施工质量应符合《电梯工程施工质量验收规范》(GB50310-2002)相关规定。
- (3) 电梯设备应符合《电梯制造与安装安全规范》(GB7588-2003)相关规定。
- (4) 向当地政府部门办理电梯安装工程所需手续及电梯验收并取得电梯使用许可证。

3. 信号指示安置要求

轿厢信号装置操纵箱设在右前臂,设有数字式楼层指示器和上下行箭头,显示电梯位置及运行方向,还应设有其他必要的装置或楼层登记显示按钮,控制按钮为微动式或触摸式,其面板为发纹不锈钢;显示数字、运行方向及到站钟。信号指示装置的布置方式及装饰要求美观、新颖,具体的式样由投标人投标时提供选择方案。

4. 控制系统要求

采用全电脑及模块集成电路控制系统,实现高效的客流控制管理。信号传输采用串行通讯方式,能与小区消防、安防系统兼容。井道内备有闭路电视监控电缆线;轿厢内备有电视监控摄像机接口,同时预留相关功能扩展接口(如语音报站、远程控制等),机房内预留三方通话接口。

5. 拖动系统要求

采用变频变压调速拖动系统,采用无齿轮曳引机,应满足 GB/T10058-1997(电梯技术条件)要求。

6. 门机系统要求

采用变频变压(VVVF)调速系统。

7. 其他功能要求

- (1) 满载直驶。
- (2) 到站钟提示。
- (3) 应急照明装置。
- (4) 防恶作剧干扰。
- (5) 超载停层并带超载铃报警。
- (6) 固定式对讲机、三向通话(轿厢、机房、物业管理中心)。
- (7) 无司机操纵。
- (8) 顺向截车。
- (9) 安全触板门保护。
- (10) 安全光幕装置。
- (11) 安全监控接口(带井道传输电缆)。
- (12) 提前开门功能。
- +++ (13) 自动再平层功能。
- (14) 轿厢内照明、风扇自动关闭。

(15) 超速保护。

(16) 全集选。

除上述要求外，本次招标电梯的其他技术参数、功能要求均不应低于国家现行电梯的相关标准。

三、技术参数表

参数 1 基本信息如表 1-2~表 1-9 所示。

OTIS Sky

Template Version: 2010-8-29

产地: 天津 设备编号: 待定

梯号: Unit 1

交货期: 待定

表 1-2 电梯基本规格表 1

三相/照明电压: 380 V/220 V	频率: 50 Hz	开门方式: 中分
载重: 1 000 kg	速度: 1 m/s	曳引机: 交流永磁同步无齿轮

表 1-3 基本参数表 1

电梯群控数量	单台 A 梯		
集选操作控制方式	全集选控制		
控制柜	ACD2 MR, 配 OTIS 新型绿色节能的能量可再生型变频器		
井道规格 (宽×深)	2 100 mm×2 500 mm		
轿厢规格 (宽×深)	1 100 mm×2 100 mm		
轿内净高 (mm)	2 300 (单层顶, 由轿厢地板到单层顶)		
厅轿门	Classic 型厅门, Classic 型轿门	门机类型	Classic 门机
门保护方式	TL Jones		
提升高度	33 m		
层站数	12 层 12 站		
楼层标记			
底坑和顶层	底坑深: 1 500 mm	顶层高度 (K)	4 200 mm
导轨架间距	2.5 m		
开门尺寸 (宽×高)	900 mm×2 100 mm		

表 1-4 轿厢及装潢表 1

轿门围壁	轿门材料	钢板喷漆, 珍珠色 P001	
	前围壁	钢板喷漆, 珍珠色 P001	
	侧后围壁	钢板喷漆, 珍珠色 P001	
轿顶装潢	CS-F 型轿顶, 颜色: 珍珠色 P001	安全窗: 无	风机数量: 1 个

续表

扶手	扶手位置			
	扶手材料	无		
地板装修	真石胶地板 F-101a	预留厚度	8 mm	
额外装修重量	0 kg	装饰地坎		
称量装置	LW-6			
操纵盘	面板材料	发纹不锈钢	语言	中文
	轿厢位置 显示器类型	CPI17（16 段码 LED 显示器）	按钮	方形塑料按钮， 微动开关
	按钮标记牌	不可用		
操纵盘位置				
			右侧置，（只适用于深轿厢）	

表 1-5 厅门表 1

厅呼面板材料	表面发纹不锈钢
大厅位置显示器	HPI17 (16 段码 LED 显示器)
厅呼按钮	方形塑料按钮, 微动开关
厅门防火要求	非防火门

表 1-6 厅呼装置与厅门表 1

厅呼装置形式				
	单台式外呼：一套，每层			
厅门	钢板喷涂	珍珠色 P001，12 套		
门套材料	钢板喷涂	珍珠色 P001，12 套		
门套形式				
	Classic 标准门套	门套进深（M 值）：50 mm	12 套	

表 1-7 标准功能表 1

功能	简称	功能	简称	功能	简称	功能	简称
电磁干扰滤波器	APD	紧急电动操作	ERO-2	强迫关门	NDG	轿内紧急照明装置	ECU-2
设置独立的厅,轿门时间	CHT-4	满载不停梯	LNS-C	电动机过热保护	MPD-1	自返基站功能	ARD-1
全集选控制	FCL	关门按钮	DCB-1	开、关门时间保护	DTP	超载不启动(轿厢)	OLD-C
运行次数显示功能	TRIC1	厅呼梯/登记	HTTL	厅数字式位置指示器	HPI17	轿厢数字式位置指示器	CPI17
轿厢警铃		故障自动检测功能		厅方向灯	HDI-1	电源缺、错相故障保护	J
防捣乱操作	ANS-C	单大厅呼叫装置	NBR-1	风机(自动)	FAN-2	门旁路	DSBD
对讲系统 * * 提升高度 $R \leq 30$ m 时,机房到轿厢对讲(ICU-1)作为可选功能提供	ICU	单相电源开关	SKL-1	轿厢召唤取消		再平层(1.5 m/s, 1.75 m/s 和 2 m/s 时为标准)	RLEV1
增量型编码器	DTG-4	附加门定时	DXT-1	门区指示灯	DZI	附加电源	EPFL3
轿厢去底部层站响应呼叫	CCBL	轿厢去顶部层站响应呼叫	CCTL	受控轿厢灯	CFL-1	切除大厅呼叫开关	CHCS
轿厢呼梯/登记	CTTL	禁止门操作开关	DDOS	延时驱动保护	DDP	快速开门按钮功能	DOBF

表 1-8 可选功能表 1

功能	简称		功能	简称	
独立服务	ISC-1		轿厢到站钟	CCM	
再平层(仅 1 m/s 时为可选)	RLEV1	√	驻停 所在层	PKS-1	
有司机操作	ATT		风扇开关控制(手动)	FAN-1	√
紧急消防员操作 所在层	EFO-1	√	紧急消防员服务 所在层	EFS-1	
门保持按钮	DHB		对重带安全钳	CWS-1	

续表

功能	简称		功能	简称	
提前开门	ADO		副操纵盘	副操纵盘位置	
				副操纵盘按钮	不可用
CCTV 电缆		√	残疾人操纵盘		
控制柜支架			自动救援装置 (ARED)	ARED	
地震操作	EQO-4		机房-轿厢对讲 (R ≤ 30 m 时)	ICU-1	
开门动车保护	UCM				

表 1-9 其他非标说明表 1

--

参数 2 基本信息如表 1-10~表 1-16 所示。

表 1-10 电梯基本规格表 2

OTIS Sky

Template Version: 2011-1-1

产地: 天津 设备编号: 梯号: Unit 1 交货期: 待定

三相/照明电压: 380 V/220 V	频率: 50 Hz	开门方式: 偏开门; 开门方向: 左开门 (从轿厢内面朝前入口, 门开启的方向)
载重: 1 150 kg	速度: 1 m/s	曳引机: 交流永磁同步无齿轮

表 1-11 基本参数表 2

电梯群控数量	单台 A 梯
集选操作控制方式	全集选控制
控制柜	OTIS 能量可再生型控制柜
井道规格 (宽×深)	2 300 mm×2 500 mm
轿厢规格 (宽×深)	1 300 mm ×2 100 mm
轿厢净高	2 300 mm (带装饰顶)
厅轿门	EN81 厅门, 轿门
门机类型	DO2000 100 瓦门机
门保护方式	LAMBDA LC
提升高度	33 m
层站数	12 层 12 站

续表

楼层标记	前开门			
	后开门			
底坑和底层	底坑深度 (S)	1 400 mm	顶层高度 (K)	4 450 mm
导轨架间距	2.5 m			
开门尺寸 (宽×高)	1 100 mm×2 100 mm			

表 1-12 轿厢及装潢表 2

轿门围壁	轿门材料	钢板喷漆，珍珠色 P001		
	前围壁	钢板喷漆，珍珠色 P001		
	侧后围壁	钢板喷漆，珍珠色 P001		
轿顶装潢	CE-43		安全窗：无	风 机 数 量： 两台
扶手	扶手位置	后侧扶手		
	扶手材料	F-2S 发纹不锈钢		
地板装修	真石胶地板 F-101a	预留厚度	8 mm	
额外装修重量	0 kg			
操纵盘	操纵盘数量 * 不含残疾人操纵盘	单轿厢操纵盘	语言	中文
	按钮类型	方形塑料按钮，微动开关	面板材料	发纹不锈钢
	按钮标记牌	不可用		
	位置	标准位置		
轿厢及对重侧导靴类型	滑动导靴（标准 NSR，无特殊需求）			

表 1-13 厅门表 2

外呼面板材料	表面发纹不锈钢	
厅呼按钮	按钮类型	方形塑料按钮, 微动开关
	按钮标记牌	

表 1-14 外呼装置及厅门表 2

外呼装置形式	集成式厅呼			
	大厅位置指示器: HPI17			
		集成式单台外呼: 前门: 一套, 每层		集成式并 联外呼
	分离式厅呼			
				
	分离式单台外呼	分离式并联外呼	带大厅位置指示器 所在层, 前门 所在层, 后门	不带大厅 位置指示器 所在层, 前门 所在层, 后门
厅门防火要求	非防火门			
厅门	钢板喷涂		珍珠色 P001, 12 套	
门套材料	前开门	钢板喷涂	珍珠色 P001, 12 套	
	后开门			
门套形式				
	偏开门标准门套		门套宽 76 mm	12 套, 前门

表 1-15 标准功能表 2

功能	简称	功能	简称	功能	简称	功能	简称
提前开门	ADO	轿厢警铃	ALARB	电磁干扰滤波器	APD	自动返回基站	ARD1
轿厢去底部层响应呼叫	CCBL	轿厢去顶部层响应呼叫	CCTL	受控轿厢灯	CFL-1	电流谐波滤波器	CHF1
设置独立厅、轿门时间	CHT4	轿厢数字式位置指示器	CPI17	延时驱动保护	DDP	开门按钮功能	DOBF
关门时间保护	DTC2	开门时间保护	DTO2	轿厢紧急照明	ECU2	紧急电动操作	ERO1
故障自动检测		风扇控制(自动)	FAN2	轿顶检修	TCI	厅数字式位置	HPI17