

电梯 节能技术

薛季爱 主编

ELEVATOR ENERGY SAVING TECHNOLOGY

湖南大学出版社
HUNAN UNIVERSITY PRESS

... 电梯节能技术 ... 电梯节能技术 ... 电梯节能技术 ...

电梯节能技术

主 编：薛季爱

参编人员：欧阳惠卿 常晓清 刘永康

徐国强 丁惠嘉 李起耘



内 容 简 介

本书围绕电梯能耗测量和能效评价方法、部分在用电梯的能耗情况统计分析、电梯能量回馈装置的技术要求等问题展开了一系列的研究,系统性地对电梯节能技术进行了讲解,并介绍了 VDI4707 和 ISO25745 系列标准。本书可以作为电梯行业相关人员的培训教材,也可以作为电梯节能相关研究人员、电梯产品设计人员的参考资料,还可以为特种设备监察部门对电梯实施节能监管提供技术参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电梯节能技术/薛季爱主编. —长沙: 湖南大学出版社, 2018. 4
ISBN 978 - 7 - 5667 - 1519 - 7

I. ①电... II. ①薛... III. ①电梯—节能
IV. ①TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 060757 号

电梯节能技术

DIANTI JIENENG JISHU

主 编: 薛季爱

责任编辑: 黄 旺

印 装: 虎彩印艺股份有限公司

开 本: 787×1092 16 开 印张: 10.75 字数: 230 千

版 次: 2018 年 4 月第 1 版 印次: 2018 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5667 - 1519 - 7

定 价: 35.00 元

出版人: 雷 鸣

出版发行: 湖南大学出版社

社 址: 湖南·长沙·岳麓山 邮 编: 410082

电 话: 0731 - 88822559(发行部), 88821343(编辑室), 88821006(出版部)

传 真: 0731 - 88649312(发行部), 88822264(总编室)

网 址: <http://www.hnupress.com>

电子邮箱: presszhuyi@hnu.edu.cn

版权所有, 盗版必究

湖南大学出版社凡有印装差错, 请与发行部联系

前 言

电梯已成为人们必不可少的交通工具，2016年底，我国在用电梯数量已达496万台，年耗电量超1500亿千瓦时。电梯属于高耗能特种设备，2007年修订的《中华人民共和国节约能源法》提出要对高耗能的特种设备实行节能审查和监管，国家质检总局对电梯从“安全监察”转入“安全监察和节能监管”的新格局，将节能与安全提到同一战略高度，因此急需研究电梯节能的关键技术，并制定一套完善的电梯节能标准体系用于推进电梯的节能工作。

电梯的“四象限”工作特点、复杂多变的运行工况、安全与节能的协同等技术难题都是电梯节能技术研究中的技术难题，并阻碍了标准的制定。本书编写人员早在2008年就开始研究电梯节能相关技术，围绕电梯能耗测量和能效评价方法、上海市部分在用电梯的能耗情况统计分析、电梯能量回馈装置的技术要求即试验方法等技术问题展开了一系列的理论和实践研究，并跟踪研究了VDI 4707和ISO 25745系列标准，主持了GB/T 32271—2015《电梯能量回馈装置》的起草工作，参与了GB/T 30559.1—3《电梯和自动扶梯的能量性能》等国家标准和DB 31/T543—2011《在用电梯运行能效评价及测试方法》等地方标准的起草工作。

为了系统性地对电梯节能技术进行介绍，增进读者对电梯节能技术的了解，服务电梯行业节能技术的发展，编者对开展的相关研究进行了总结分析，形成本书的内容。为了使得读者深入浅出地了解电梯节能技术，本书还介绍了电梯和节能的一些基础知识。本书可以作为相关人员的培训教材，也可以作为相关研究人员、电梯产品设计人员的参考资料，还可以为特种设备监察部门对电梯实施节能监管提供技术参考。

本书由上海市特种设备监督检验技术研究院组织编写。第一章、第八章由薛季爱编写，第三章、第四章由欧阳惠卿编写，第九章、第十一章由常晓清编写，第六章、第七章由刘永康编写，第二章、第五章由徐国强编写，第十章由李起耘、丁惠嘉编写，薛季爱同志负责统稿。

虽然在本书的编写过程中，作者投入了大量的时间和精力，但由于作者水平有限，知识面局限，时间仓促，内容难免有不足之处，敬请各位读者批评指正。

编 者

2018年3月



目次

第1章 概述

- 1.1 电梯的起源与应用 001
- 1.2 电梯的结构形式与发展 002
- 1.3 电梯的控制技术 003
- 1.4 我国电梯的发展 004
- 1.5 未来电梯的发展方向 005

第2章 电梯基础知识

- 2.1 电梯的基本结构 006
- 2.2 电梯的主要参数 009
- 2.3 电梯的分类 009
- 2.4 电梯型号的编制方法 011
- 2.5 电梯的性能要求 013

第3章 自动扶梯与自动人行道基础知识

- 3.1 自动扶梯与自动人行道的的基本参数 015
- 3.2 自动扶梯的基本构造 016
- 3.3 自动人行道简介 029

第4章 能源与能量基础知识

- 4.1 能源的定义 032
- 4.2 能源的分类 033
- 4.3 节能立法 036

第5章 电梯节能技术研究概况

- 5.1 概况 038
- 5.2 研究电梯节能技术的意义 039
- 5.3 研究内容 040
- 5.4 国内外研究现状 040

第6章 电梯能耗概述

- 6.1 曳引电梯工作特性 044

6.2	电梯能耗分析	046
第7章 电梯能耗检测方法		
7.1	电梯能耗检测方法概述	049
7.2	电梯运行功率的测量	050
7.3	电梯能耗测量工况的设定	055
7.4	曳引电梯能耗检测方法及测量结果分析	060
7.5	液压电梯能耗检测方法及测量结果分析	069
第8章 曳引电梯能耗计算模型		
8.1	基本建模思路	073
8.2	曳引系统动态模型的建立	075
8.3	永磁同步电机数学模型的建立	078
8.4	曳引电梯机电耦合模型(能耗计算模型)的建立	081
8.5	曳引电梯能耗计算模型的验证	083
8.6	曳引电梯能耗计算模型的应用	090
第9章 电梯能效评价方法		
9.1	电梯的能效评价概述	098
9.2	电梯使用类型的分类研究	099
9.3	电梯待机能效的评价研究	107
9.4	电梯运行能效的评价研究	111
9.5	电梯总的能效评价方法研究	115
第10章 自动扶梯和自动人行道的能耗测量和能效评价		
10.1	自动扶梯与自动人行道能耗分析	118
10.2	自动扶梯与自动人行道能耗测量	126
10.3	自动扶梯与自动人行道能耗计算模型的建立与验证	134
10.4	在用自动扶梯与自动人行道能效指数的分级	142
第11章 电梯能量回馈装置		
11.1	概况	149
11.2	电梯再生能量处理方法	149
11.3	关键技术问题和主要难点	152
11.4	能量回馈装置的不同控制方法	153
11.5	能量回馈并网装置功能要求	156
11.6	能量回馈装置回馈电流的谐波	157
11.7	能量回馈装置的效率	161
11.8	能量回馈装置的试验方法与实例	161
参考文献		166

第1章 概述

电梯,是指动力驱动,利用沿刚性导轨运行的箱体或者沿固定线路运行的梯级(踏步),进行升降或者平行运送人、货物的机电设备,包括载人(货)电梯、自动扶梯、自动人行道等。电梯、自动扶梯和自动人行道作为非常重要的垂直交通运输工具,已经广泛应用于商务楼、住宅楼、商场、宾馆、医院等各类建筑,以及学校、幼儿园、医院、车站、机场、客运码头、商场、体育场馆、展览馆、公园等公共场所。近20年,随着我国城市化的发展,我国在用电梯数量呈现高速发展的态势,据统计,截至2016年底,我国在用电梯数量突破493万台,数量居全球第一。

1.1 电梯的起源与应用

电梯作为垂直交通运输设备,在人们的生产和生活中发挥了重要的作用,其起源可以追溯到我国古代社会。在农业生产中和修建大型建筑物时,我们的祖先曾创造过许多简单的起重升降机械。例如,在公元前1700年商朝时期,由于农业灌溉的需要,创造了用于汲水的桔槔,如图1-1所示。这是由杠杆、对重和载货装置组成的简易升降设备。

到了公元前1100年的周朝时期,人们又将桔槔进化和发展成辘轳,如图1-2所示。这是由支架、曲柄、卷筒和绳索等组成的绞车,是现代绞车的雏形。

在国外,如古埃及、罗马、古希腊等古代社会生产力比较发达的国家,也都有类似起重升降机械用于生产劳动的历史记载。例如,公元前2800年,古埃及在建造著名的金字塔时,也应用了杠杆、滚子与斜面等方式搬运雕像和巨石。

古代人创造的“绞车”均采用木、竹的结构制造,采用人力或畜力驱动,属于运动速度低、结构简单的升降设备,如图1-3所示。

1765年,英国人瓦特发明蒸汽机之后,1845年英国人汤姆逊制作了水压升降机械,这是现代液压电梯的雏形。

1852年，在德国柏林成功制造了人类历史上最早的也是最简单的电梯——用电动机拖动提升绳索带动一只木匣子，这就是最原始的轿厢上下运行，如图1-4所示。

1853年，美国人奥的斯设计了一种用于电梯的安全装置，如图1-5所示。在升降梯的平台顶部安装一组弹簧及制动杠杆，升降梯两边装有带卡齿的导轨，起升绳与货车弹簧连接，轿厢以其自重及载荷拉紧弹簧，并使制动杠杆不与导轨上的卡齿啮合，以便轿厢能正常运行。一旦绳索断裂，弹簧松弛，制动杠杆转动并插入两侧制动卡齿内，轿厢停于原地，避免下滑，以保证安全。

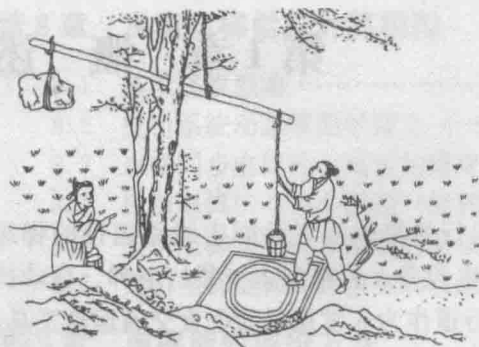


图 1-1 桔槔

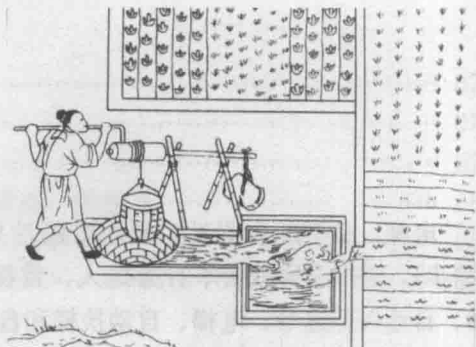


图 1-2 轱辘

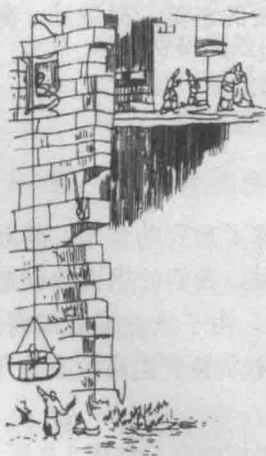


图 1-3 人力驱动升降机

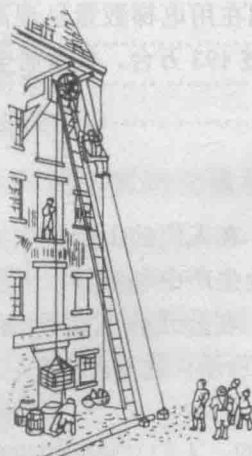


图 1-4 简单的升降梯

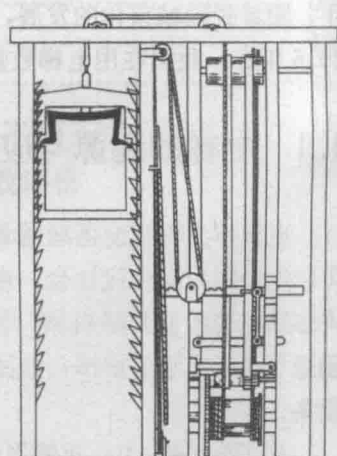


图 1-5 奥的斯最早的安全装置

1.2 电梯的结构形式与发展

现代电梯兴盛的根本原因在于采用电力作为动力源。1831年，英国人法拉第发明了发电机，之后德国率先在世界上开始将电力作为升降机的动力。1889年，奥的斯公司在纽约试制成功了第一台由直流电动机驱动蜗轮蜗杆减速器的电梯，如图1-6所示。

现代自动扶梯的雏形是一台普通倾斜的链式运输机，是一种梯级及扶手都能运动的楼梯。1900年以来，自动扶梯的结构日趋完善。在1900年法国巴黎举行的国际博览会上，共展出了29台不同结构的自动扶梯。这些扶梯的梯级大都是倾斜的，只有奥的斯公司所展出的扶梯是形成阶梯的，且梯级呈水平状态，并且在进出口处的基坑上设置遮盖板，也就是梳板，如图1-7所示。以后，经过不断改进，自动扶梯进入了实用阶段，逐渐形成了现在广泛使用的自动扶梯。

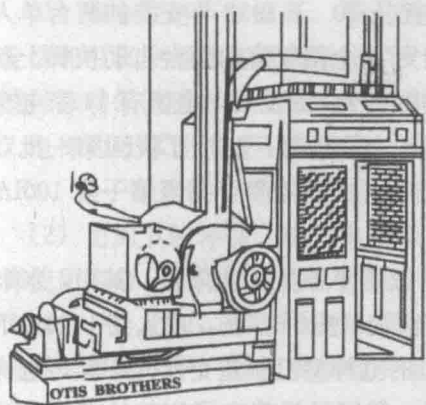


图 1-6 第一台电力驱动的蜗轮蜗杆电梯



图 1-7 奥的斯在 1900 年巴黎国际博览会上展出的自动扶梯

1.3 电梯的控制技术

1900年，交流感应电动机问世，并被应用于驱动电梯，从而使电梯传动设备进一步简化。交流单速感应电动机发展为交流双速感应电动机，使电梯速度提高，平层舒适感得到改善。1903年，美国奥的斯公司把卷筒式驱动改进为曳引式驱动，为开发行程长、速度高的电梯奠定了基础，减小设备的体积，提高了安全性和通用性，成为现代电梯广泛使用的驱动形式。接着奥的斯公司又发展了电动机—发电机组，采用直流变压方法驱动的直流电梯，改善驱动性能，并制造无齿轮高速电梯，使电梯的传动结构更为紧凑合理。

在电梯控制方面，1915年开始有自动平层装置。1924年发展了信号控制系统，简化了电梯的驾驶操纵。1949年，电梯控制系统开始采用了电子技术，出现了群控电梯。1950年出现了电梯近门检测器。1960年以后，无触点半导体逻辑控制及晶闸管开始应用于电梯控制，进一步简化了电梯的拖动系统。1976年微机处理开始用于电梯，电梯的电气控制进入一个崭新的发展时期。

20世纪80年代，随着微机技术的发展，实现了控制电动机定子供电电压与频率的调速，即称调压调频调速（VVVF）电梯，也是目前电梯普遍采用的控制方式。随着技术的发展，电梯速度也大大提高，目前，日立安装广州周大福金融中心的电梯是世

界上速度最快的电梯，该电梯的最快速度可以达到 21 米/秒。

1.4 我国电梯的发展

电梯发明至今一百多年，历史并不悠久，但是发展迅速。1949 年前我国没有电梯制造业，最早使用电梯的是上海外滩的汇中饭店（现和平饭店），于 1908 年安装使用了美国进口的电梯。上海大新公司（现上海第一百货公司）于 1932 年安装的两台单人自动扶梯，是我国最早使用的自动扶梯，也是 1949 年前全国仅有的两台自动扶梯。新中国成立后，首先建立了上海电梯厂。以后，随着电梯行业的发展，全国有 14 家电梯厂能够生产客梯、货梯、医用梯及杂物梯。1959 年，上海电梯厂生产了我国第一批双人自动扶梯，用于北京新建的火车站。1976 年，上海电梯厂生产了我国第一批 100 m 长的自动人行道，用于首都机场。

近 20 年，我国电梯行业实现了快速的发展，持续多年保持高速增长。其中，2015 年，我国电梯行业电梯发货量为 76 万台，比 2014 年同比增长 6.4%，进入到 10% 以下的中速增长期。截至 2015 年底，我国获得行政许可的电梯整机制造企业 696 家，电梯年产能突破 140 万台，是全球市场总需求的 1.3 倍。我国已经建立了完整的电梯产业链，能自主设计、制造各种类型的电梯。

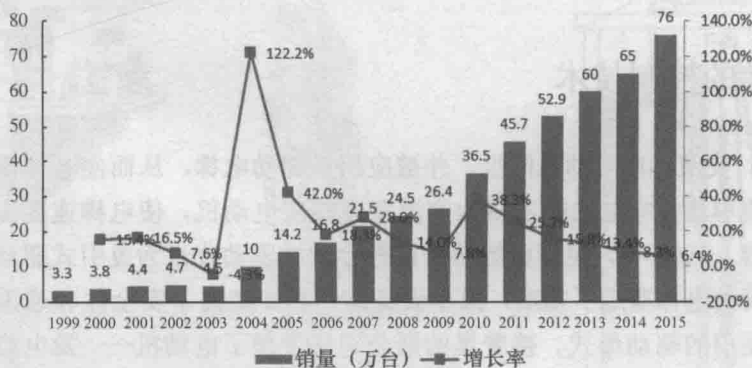


图 1-8 1999—2015 年中国电梯销量与增速趋势图

上海浦东新区 88 层的超高层建筑——金茂大厦，内设电梯 61 台、自动扶梯 18 台。毗邻金茂大厦的，高达 632 米的上海中心大厦多达 154 部电梯，这些电梯为垂直运输提供了保障，而其中运营速度最快的电梯可达每秒 20.5 米。电梯已经成为城市化发展必不可少的垂直交通工具，电梯技术的发展也为高层、特别是超高层建筑的发展提供可能。

1.5 未来电梯的发展方向

展望未来,电梯作为输送人流、物流的交通工具,其作用亦将日益显著。电梯行业未来的技术围绕安全与节能、提升运输效率、适用超高层建筑等方面,大概有以下几个发展方向:

(1) 安全性将不断提高。基于新技术的发展和设计理念的提升,持续提升电梯的安全性和可靠性将是电梯未来技术发展的核心方向。技术标准将更严苛,譬如增加轿厢意外移动保护功能、门回路旁路装置;新的安全保护装置将替代传统的安装保护装置,电梯的可靠性将进一步提高,譬如可编程电子安全相关系统(PESRAL/PESRAE)、电子限速器等新型安全保护装置未来有可能逐步替代传统的安全保护装置。

(2) 更加节能环保。提升电梯节能水平、减少污染、降低电磁干扰和噪声、提升电梯使用寿命、采用环保材料等提升电梯的节能环保水平也是未来电梯技术发展的重要方向之一。比如,永磁同步无齿轮曳引机、电梯能量回馈装置的广泛使用能不断提升电梯的节能水平,悬挂曳引媒介新材料的研发和使用将进一步提升曳引机的使用寿命。

(3) 控制更加智能化。为了提升电梯的运行效率,电梯的控制系统将更加智能。基于强大的计算机硬件和软件水平的电梯智能控制群控系统将得到越来越广泛的使用,电梯的控制将与智能建筑更加融合。

(4) 电梯物联网得到进一步推广。物联网作为新一代的信息技术的典型代表,是互联网、传感器和射频识别等技术的深度融合,将在电梯领域得到进一步的推广,能不断提升电梯的应急管理水平和事故预警水平。

(5) 超高速电梯将越来越多。电梯的发展也将适用建筑的发展,随着超高建筑的发展,超高速电梯的应用也将越来越多。适用于超高速电梯的高速大容量驱动技术、高性能处理器、主动减震和降噪技术、新式悬挂装置等技术有待突破,满足超高速电梯对运行速度、安全可靠、舒适和节能的需要。

(6) 具有革命性的驱动方式。目前电梯绝大多数都是采用曳引驱动,少数是液压和强制驱动。直线电机未来可能应用在电梯驱动上,将实现革命性的突破。直线电机驱动电梯无需悬挂装置和对重,最大行程和运行速度将突破现有限制,并且还可能实现垂直、水平等多种运行方式。

第2章 电梯基础知识

2.1 电梯的基本结构

2.1.1 电梯的定义

根据国家标准 GB/T7024—2008《电梯、自动扶梯、自动人行道术语》规定的电梯定义：电梯，Lift, Elevator，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的倾斜角小于 15° 的刚性导轨运动的永久运输设备上。

2.1.2 电梯整体结构

图 2-1 是电梯整体结构图，其中各部分装置与结构见图示。

2.1.3 电梯的组成

不同规格型号的电梯，其功能和技术要求不同，配置与组成也不同，在此我们以比较典型的曳引式电梯为例作介绍。

图 2-2 是典型电梯的结构组成框图，是根据使用中电梯所占据的四个空间，对电梯结构作了划分；图 2-1 所示为曳引式电梯的组成和部件安装示意图，从两张图中不难看出一部完整电梯组成的大致情况。

2.1.4 电梯从功能上划分的八个系统

根据电梯运行过程中各组成部分所发挥的作用与实际功能，可以将电梯划分为八个相对独立的系统，表 2-1 列明了这八个系统的主要功能和组成。

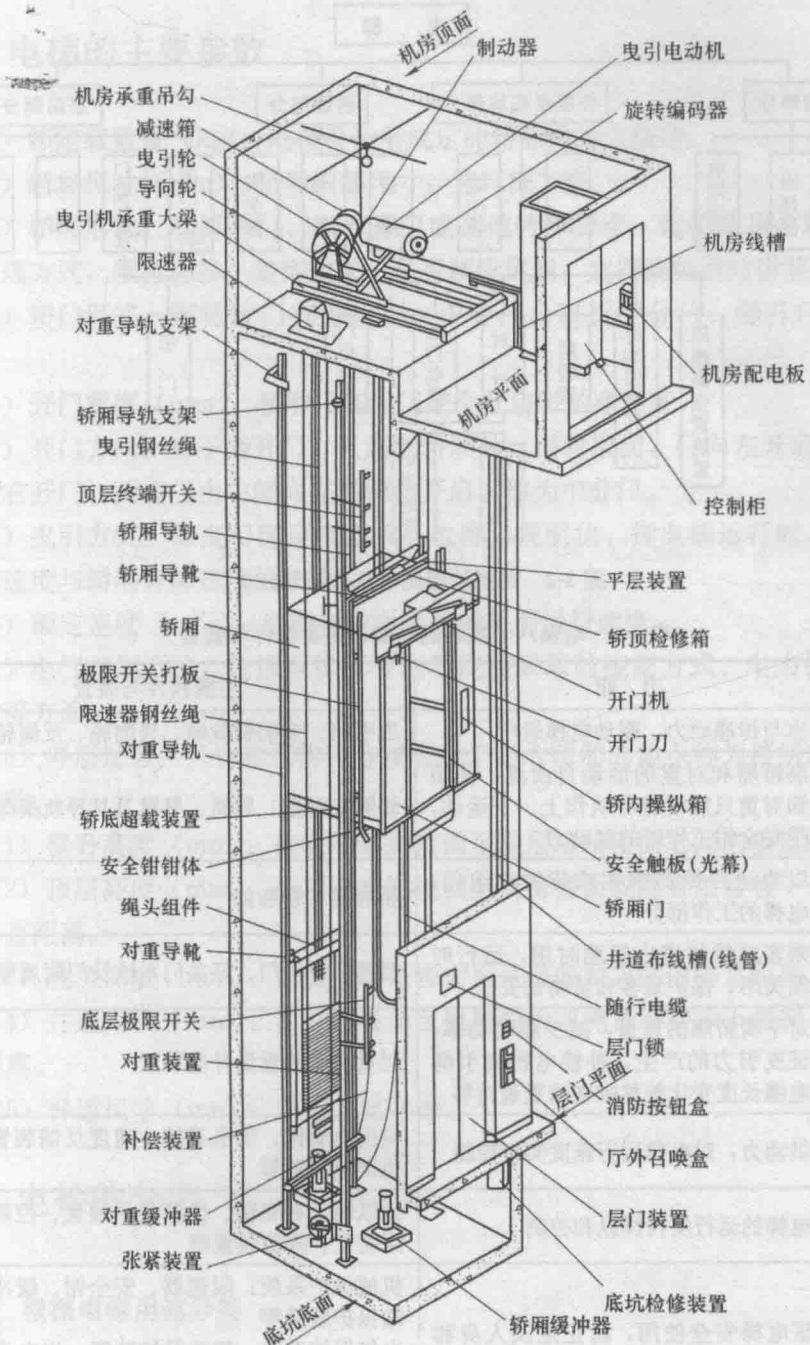


图 2-1 电梯基本结构

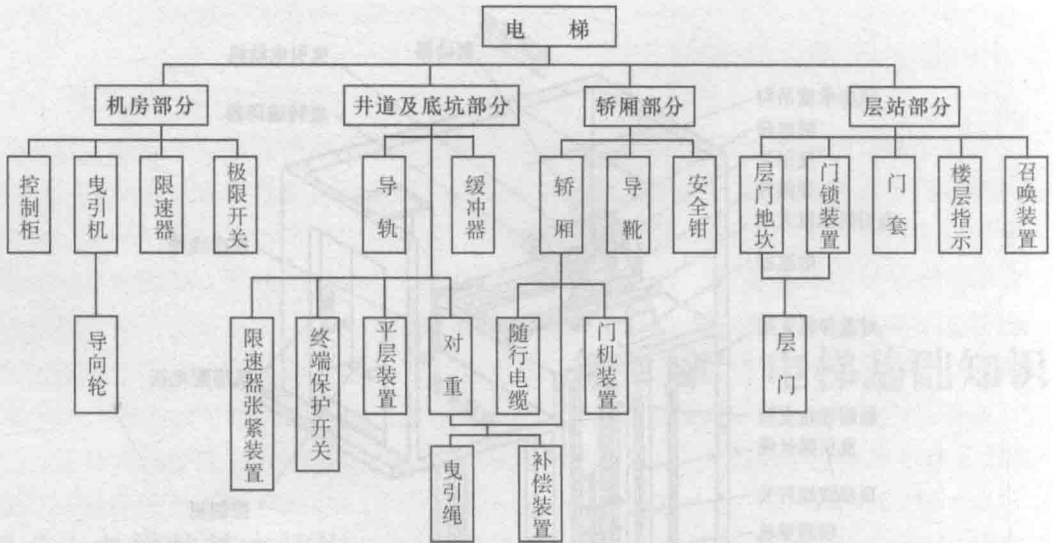


图 2-2 电梯的组成 (从空间划分)

表 2-1 电梯八个系统的功能及主要构件与装置

	功能	主要构件与装置
曳引系统	输出与传递动力, 驱动电梯运行	曳引机、曳引钢丝绳、导向轮、反绳轮等
导向系统	限制轿厢和对重的活动自由度, 使轿厢和对重只能沿着导轨作上、下运动, 承受安全钳工作时的制动力	轿厢(对重)导轨、导靴及其导轨架等
轿厢	用以装运并保护乘客或货物的组件, 是电梯的工作部分	轿厢架和轿厢体
门系统	供乘客或货物进出轿厢时用, 运行时必须关闭, 保护乘客和货物的安全	轿厢门、层门、开关门系统及门附属零部件
重量平衡系统	相对平衡轿厢的重量, 减少驱动功率, 保证曳引力的产生, 补偿电梯曳引绳和电缆长度变化转移带来的重量转移	对重装置和重量补偿装置
电力拖动系统	提供动力, 对电梯运行速度实行控制	曳引电动机、供电系统、速度反馈装置、电动机调速装置等
电气控制系统	对电梯的运行实行操纵和控制	操纵箱、召唤箱、位置显示装置、控制柜、平层装置、限位装置等
安全保护系统	保证电梯安全使用, 防止危及人身和设备安全的事故发生	机械保护系统: 限速器、安全钳、缓冲器、端站保护装置等 电气保护系统: 超速保护装置、供电系统断相错相保护装置、超越上下极限工作位置的保护装置、层门锁与轿门电气联锁装置等



2.2 电梯的主要参数

- (1) 额定载重量 (kg): 电梯设计所规定的轿厢内最大载荷。
- (2) 轿厢尺寸 (mm): 轿厢内部尺寸: 宽 \times 深 \times 高。
- (3) 轿厢形式: 单面开门、双面开门或其他特殊要求, 包括轿顶、轿底、轿壁的表面处理方式, 颜色选择, 装饰效果, 是否装设风扇、空调或电话对讲装置等。
- (4) 轿门形式: 常见轿门有栅栏门、中分门、双折中分门、旁开门及双折旁开门等。
- (5) 开门宽度 (mm): 轿厢门和层门完全开启时的净宽度。
- (6) 开门方向: 对于旁开门, 人站在轿厢外, 面对层门, 门向左开启则为左开门, 反之为右开门; 两扇门由中间向左右两侧开启者称为中分门。
- (7) 曳引方式: 即曳引绳穿绕方式, 也称为曳引比, 指电梯运行时, 曳引轮绳槽处的线速度与轿厢升降速度的比值。
- (8) 额定速度 (m/s): 电梯设计所规定的轿厢运行速度。
- (9) 电气控制系统: 包括电梯所有电气线路采取的控制方式、电力拖动系统采用的形式等方面。
- (10) 停层站数: 凡在建筑物内各楼层用于出入轿厢的地点称为停层站, 其数量为停层站数。
- (11) 提升高度 (mm): 由底层端站楼面至顶层端站楼面之间的垂直距离。
- (12) 顶层高度 (mm): 由顶层端站楼面至机房楼面或隔音层楼板下最突出构件之间的垂直距离。
- (13) 底坑深度 (mm): 由底层端站楼面至井道底面之间的垂直距离。
- (14) 井道高度 (mm): 由井道底面至机房楼板或隔音层楼板下最突出构件之间的垂直距离。
- (15) 井道尺寸 (mm): 井道的宽 \times 深。

2.3 电梯的分类

2.3.1 根据电梯用途分类

- (1) 乘客电梯 (passenger lift)。为运送乘客而设计的电梯。适用于高层住宅、办公大楼、宾馆、饭店、旅馆等的电梯。用于运送乘客, 要求安全舒适、装饰新颖美观, 可以手动或自动控制操纵、有/无司机操纵两用, 轿厢顶部除照明灯外还需设排风装置, 在轿厢侧壁有回风口以加强通风效果, 乘客出入方便。额定载重量分为 630 kg、800 kg、1000 kg、1250 kg、1600 kg 等几种, 速度有 0.63 m/s、1.0 m/s、1.6 m/s、



2.5 m/s 等多种, 载客人数多为 8~21 人, 运送效率高, 在超高层大楼运行时, 速度可以超过 3 m/s 甚至达到 10 m/s。

(2) 载货电梯 (goods lift, freight lift)。主要运送货物的电梯, 同时允许有人员伴随。用于运载货物、装在手推车 (机动车) 上的货物及伴随的装卸人员, 要求结构牢固可靠, 安全性好。为节约动力, 保证良好的平层精确度, 常取较低的额定速度, 轿厢的空间通常比较宽大, 载重量有 630 kg、1000 kg、1600 kg、2000 kg 等几种, 运行速度多在 1.0 m/s 以下。

(3) 客货电梯 (passenger-goods lift)。以运送乘客为主, 可同时兼顾运送非集中载荷货物的电梯。它与乘客电梯的主要区别是轿厢内部装饰不及乘客电梯, 一般多为低速。

(4) 病床电梯 (bed lift)、医用电梯 (hospital lift)。为运送病床 (包括病人) 及相关医疗设备的电梯。医院中运送病人、医疗器械和救护设备用电梯, 其特点是轿厢窄且深, 常要求前后贯通开门, 运行稳定性要求较高, 噪声低, 一般有专职司机操作, 额定载重量有 1000 kg、1600 kg、2000 kg 等几种。

(5) 住宅电梯 (residential lift)。服务于住宅楼供公众使用的电梯。主要运送乘客, 也可运送家用物件或生活用品, 多为有司机操作, 额定载重量 400 kg、630 kg、1000 kg 等, 相应的载客人数为 5、8、13 等, 速度在低、快速之间。其中载重量 630 kg 的电梯, 轿厢还允许运送残疾人乘座的轮椅和童车, 载重量 1000 kg 的电梯还能运送“手把拆卸”式的担架和家具。

(6) 杂物电梯 (dumbwaiter lift, service lift)。服务于规定层站固定式提升装置。具有一个轿厢, 由于结构形式和尺寸的关系, 轿厢内不允许人员进入的电梯。它具有的轿厢, 就其尺寸和结构形式而言, 须满足不得进入的条件, 轿厢尺寸不得超过: 底板面积: 1.00 m^2 ; 深度: 1.00 m; 高度: 1.20 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, 高度超过 1.20 m 是允许的。

(7) 船用电梯 (lift on ships)。船舶上使用的电梯, 是固定安装在船舶上, 为乘客、船员或其他人员使用的提升设备, 它能在船舶的摇晃中正常工作, 速度一般应小于 1.0 m/s。

(8) 观光电梯 (panoramic lift, observation lift)。井道和轿厢壁至少有同一侧透明, 乘客可观看轿厢外景物的电梯。

(9) 非商用汽车电梯 (non-commercial vehicle lift)。其轿厢适于运载小型乘客汽车的电梯。用作各种汽车的垂直运输, 如高层或多层车库、仓库等, 这种电梯轿厢面积较大, 要与所运载汽车相适应, 其结构应牢固可靠, 多无轿顶, 升降速度一般都小于 1.0 m/s。

(10) 其他电梯。用作专门用途的电梯, 如冷库电梯、防爆电梯、矿井电梯、建筑工地电梯等。



2.3.2 根据电梯运行速度分类

(1) 低速梯：轿厢额定速度小于等于 1 m/s 的电梯，通常用于 10 层以下的建筑物，多为客货两用梯或货梯。

(2) 中速（快速）梯：轿厢额定速度大于 1 m/s 且小于 2 m/s 的电梯，通常用于 10 层以上的建筑物内。

(3) 高速梯：轿厢额定速度自 2 m/s 起且小于 3 m/s 的电梯，通常用于 16 层以上的建筑物内。

(4) 超高速梯：轿厢额定速度大于等于 3 m/s 的电梯，通常用于超高层建筑物内。

2.3.3 按有无电梯机房分类

可分类为有机房电梯和无机房电梯两类，其中每一类又可作进一步划分。

1. 有机房电梯

有机房电梯根据机房的位置与形式可分为以下几种：

(1) 机房位于井道上部并按照标准要求建造的电梯；

(2) 机房位于井道上部，机房面积等于井道面积、净高度不大于 2300 mm 的小机房电梯；

(3) 机房位于井道下部的电梯。

2. 无机房电梯

无机房电梯根据曳引机安装位置分为以下几类：

(1) 曳引机安装在上端站轿厢导轨上的电梯；

(2) 曳引机安装在上端站对重导轨上的电梯；

(3) 曳引机安装在上端站楼顶板下方承重梁上的电梯；

(4) 曳引机安装在井道底坑内的电梯。

2.3.4 按曳引机结构形式分类

(1) 有齿轮曳引机电梯：曳引电动机输出的动力通过齿轮减速箱传递给曳引轮，继而驱动轿厢，采用此类曳引机方式的称为有齿轮曳引电梯。

(2) 无齿轮曳引机电梯：曳引电动机输出动力直接驱动曳引轮，继而驱动轿厢，采用此类曳引机方式的称为无齿轮曳引电梯。

2.4 电梯型号的编制方法

2.4.1 电梯型号编制方法的规定

1986 年我国城乡建设环境保护部颁布的 JJ45—86《电梯、液压梯产品型号编制方