

国家职业教育电梯工程技术专业教学资源库配套教材  
新形态一体化教材

# 电梯结构 与原理

主 编◎金新锋 韩 霁

主 审◎赵光瀛

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

国家职业教育电梯工程技术专业教学资源库配套教材  
新形态一体化教材

# 电梯结构与原理

主    编    金新锋    韩  霖  
副 主 编    罗伟强    赵尔汉    李  峰  
参    编    翁海明    王正伟  
主    审    赵光瀛

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

版权专有 侵权必究

---

图书在版编目 (CIP) 数据

电梯结构与原理 / 金新锋, 韩霁主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2020.7 (2020.9 重印)  
ISBN 978-7-5682-8784-5

I. ①电… II. ①金… ②韩… III. ①电梯-基本知识-高等职业教育-教材 IV. ①TU857  
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 132581 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 / 14.75

字 数 / 348 千字

版 次 / 2020 年 7 月第 1 版 2020 年 9 月第 2 次印刷

定 价 / 45.00 元

责任编辑 / 封 雪

文案编辑 / 毛慧佳

责任校对 / 刘亚男

责任印制 / 施胜娟

---

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

# 前言

## Preface

随着我国经济的快速发展及城镇化的不断推进，电梯成了人们“出门第一步，回家最后一程”不可缺少的垂直交通工具。近年来，立足国家高度，关注电梯安全，电梯产业的蓬勃发展已迎来国家战略层面的多重发展机遇，随之而来的是国内电梯工程技术专业的迅速崛起。

本书作为电梯工程技术专业的基础核心专业课教材，其内容深度与质量将影响专业毕业生的可持续发展能力。本书由金新锋、韩霖担任主编，由罗伟强、赵尔汉、李峰担任副主编，参编人员有翁海明、王正伟。本书基于作者多年的电梯工程、检验检测及教学经验编写而成，教学资源丰富、图文并茂、内容翔实、深入浅出；涉及电梯的法规标准是教学过程中一个重要的不可或缺的部分，因此，在书中融入与电梯结构原理相对应的法规和标准，使学生在理论学习的过程中了解和掌握国家标准的要求，为学生在理论和实践两方面打下坚实的基础。本书的资源不仅包含虚拟现实（VR）技术及其应用，还有巩固练习，便于学生理解及巩固复习，为培养高层次专业型技术技能人才打下基础。本书由国家电梯质量监督检验中心原常务副主任、机械工业电梯行业高技能人才培养基地高级顾问赵光瀛主审，他的专业水准、认真与严谨的审稿态度，都对本书的专业性和实用性锦上添花。

本书既可作为高职高专院校、技师学院电梯工程技术专业及相关专业教材，同时又可作为成人教育和国家电梯特种设备作业资格证、国家职业资格电梯维修工（中、高级证书）培训用教材，也可供从事电梯等国家特种设备的安全使用与日常维修保养的工程技术人员学习参考。

由于编者水平有限，书中若有疏漏和错误，敬请读者不吝指教。

编者



ETP 手机客户端下载二维码  
ETP 登录后，用“我的”菜单下  
“扫一扫”功能扫描书中二维码  
即可观看视频。

# 目 录

## Contents

►项目一 电梯概述.....	1
学习任务 电梯的基础知识.....	1
►项目二 电梯曳引机的结构与原理.....	8
学习任务 2.1 认识电梯曳引机 .....	8
学习任务 2.2 制动器的结构与原理 .....	16
学习任务 2.3 制动臂鼓式制动器的结构与分类 .....	25
学习任务 2.4 曳引机的传动机构 .....	32
学习任务 2.5 曳引钢丝绳及其端接装置的类型与结构 .....	35
学习任务 2.6 紧急操作装置 .....	41
►项目三 导向系统的结构与原理 .....	52
学习任务 3.1 电梯导向系统概述 .....	53
学习任务 3.2 认识电梯的导轨 .....	54
学习任务 3.3 认识电梯导轨支架 .....	56
学习任务 3.4 认识电梯的导靴 .....	59
►项目四 重量平衡系统的结构与原理 .....	72
学习任务 4.1 重量平衡系统概述 .....	72
学习任务 4.2 对重装置的功能与原理 .....	73
学习任务 4.3 补偿装置功能与原理 .....	77
►项目五 电梯轿厢系统的结构与原理 .....	85
学习任务 5.1 电梯轿厢的基本结构 .....	86
学习任务 5.2 轿厢内部设备及相关标准要求 .....	90
学习任务 5.3 轿顶部件和设备 .....	97
学习任务 5.4 轿厢超载保护装置 .....	104
►项目六 电梯门系统的结构与原理.....	112
学习任务 6.1 门系统的结构与分类 .....	112

学习任务 6.2	层门自动关闭装置的结构与分类 .....	116
学习任务 6.3	层门门锁装置的结构与原理 .....	121
学习任务 6.4	紧急开锁装置的结构与原理 .....	128
学习任务 6.5	门联动机构的结构与特性 .....	132
学习任务 6.6	门悬挂装置和导向装置的结构与功能 .....	135
学习任务 6.7	防止门夹人的保护装置的类型和原理 .....	140
学习任务 6.8	轿门开门限制装置的结构和原理 .....	143
学习任务 6.9	层轿门门扇的相关标准与要求 .....	156
<b>►项目七 安全保护系统的结构与原理</b> .....		<b>173</b>
学习任务 7.1	限速器 - 安全钳装置联动结构与原理 .....	174
学习任务 7.2	限速器及其张紧装置的结构与原理 .....	175
学习任务 7.3	缓冲器的类型与结构 .....	188
学习任务 7.4	安全钳的结构与分类 .....	191
学习任务 7.5	防止超越行程保护装置 .....	203
学习任务 7.6	轿厢上行超速保护装置 .....	208
学习任务 7.7	轿厢意外移动保护装置 .....	213
<b>►参考文献</b> .....		<b>229</b>

# 项目一

## 电梯概述

### 项目分析

通过本项目的学习，认识电梯品牌，掌握电梯的定义，了解我国电梯产业的分布和发展。

### 学习目标

#### 应知

1. 认识电梯品牌。
2. 了解我国电梯产业的分布和发展。

#### 应会

了解电梯的基础知识。

## 学习任务 电梯的基础知识

### 1. 电梯的发展历程

很久以前，人们就已经开始使用原始的升降工具运送人和货物，大多采用人力或畜力作为驱动力。随着工业革命的发展，19世纪初，欧美国家开始使用蒸汽机作为升降工具的动力，并不断进行改进和创新。1852年，世界上第一台被工业界普遍认可的安全升降机诞生。

我国是世界四大文明古国之一，有着悠久的科技发展历史，周朝（公元前1100年）就出现了提水用的提水工具——辘轳（图1-1），即由木制的支架、卷筒、曲柄和绳索等组成

的卷筒式卷扬机。公元前 236 年，古希腊科学家阿基米德制成了一种人力驱动的卷筒式卷扬机，用于将货物提升到很高的地方。

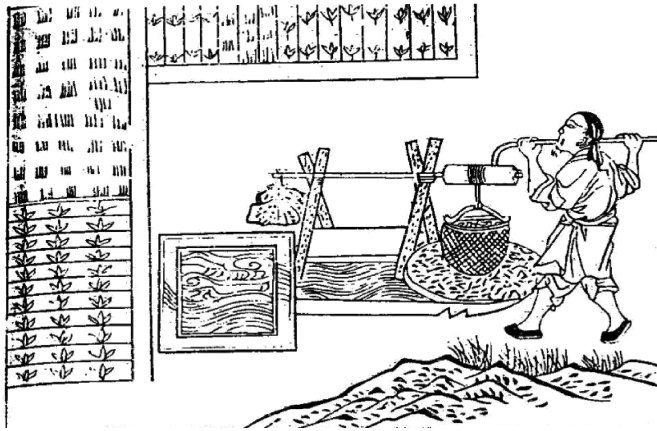


图 1-1 周朝使用的提水工具——轱辘

我国电梯产业起步较晚，电梯的发展主要经历了以下三个阶段：首先，是对进口电梯的销售、安装、维保阶段（1900—1949 年），这一阶段我国的电梯拥有量约为 1 100 台；其次，是电梯的独立开发研制、自行生产阶段（1950—1979 年），这一阶段我国共生产安装电梯约 1 万台；再次，是成立“三资”企业，电梯行业进入快速发展阶段（1980 年至今）。

## 2. 电梯产业

我国已经成为全球最大的电梯生产和消费市场，是电梯领域的世界工厂和制造中心，世界上主要的电梯品牌企业均在我国建立独资或合资企业，主要集中在长三角和珠三角地区。全球 70% 的电梯在中国制造，60% ~ 65% 的电梯在中国市场销售。根据中国电梯协会公开数据显示，2011—2018 年，中国电梯保有量逐年增加，且增长率均保持在 10% 以上；但增长速度放缓，截至 2018 年年底，中国电梯注册总量达到 627.83 万台。在存量和增量双重驱动下，电梯行业未来的发展前景广阔，2023 年，中国电梯保有量将超过 1 000 万台。具体来看，双重驱动因素分别是指：从建筑存量看，城镇化和老龄化推动存量建筑进行电梯的更新与加装；从建筑增量看，电梯已经成为新建楼房的标配。

图 1-2 所示为常见电梯品牌标志。我国电梯市场主要被美国的奥的斯，欧洲的迅达、通力、蒂森，日本的三菱、日立、富士达、东芝等外资品牌占据。本土品牌经过十多年的发展，约占 30% 的市场份额。2007 年后，本土品牌的市场占有率提升较快，在机场、地铁、超高楼层都出现了如杭州西奥等本土品牌。当前，欧美品牌电梯、日本品牌电梯和本土品牌电梯的市场份额占比为 4:3:3。

杭州西奥电梯有限公司成立于 2004 年，坐落于风景秀丽的杭州市余杭国家级经济技术开发区，公司领先行业引入德国的“工业 4.0”理念，按照世界 500 强标准布局工厂，以管理智慧化实现制造智能、产品智能、服务智能。另外，公司还保持高增长和高盈利的经营业绩，业已成为国内自主电梯品牌中的领头羊。公司始终坚持高起点、大投入，每年投入上亿元资金用于科技研发，获得国家专利百余项，经营质量和服务品质在国内行业首屈一指。公司的电梯制造执行系统与世界级制造流水线无缝对接，以打造“智慧工厂、智能制造”为目标，实现电梯的多品种、小批量柔性化生产。现已开发出 9 大系列、20 余种梯型，广泛



图 1-2 常见电梯品牌标志



42 m 长城八达岭高铁站扶梯（西奥）

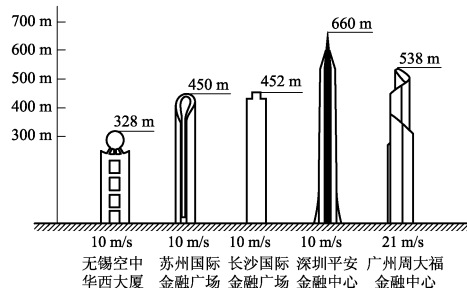


沙特阿拉伯吉达塔（通力）



台北101大厦（东芝）

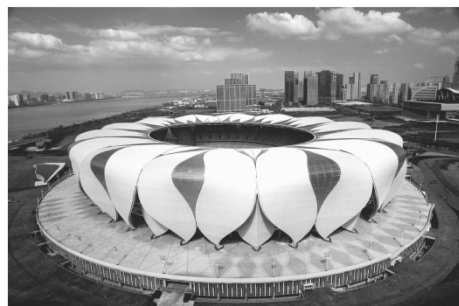
日立电梯不断创造新纪录



日立



望京SOHO（华升富士达）



2022杭州亚运会主场馆（奥的斯）

图 1-3 部分标志性建筑中的电梯和扶梯

覆盖住宅、写字楼、商场、酒店、工业、医院、高铁、地铁公共交通等使用场所，满足市场上客户的多样化需求。其中，XO - NEWIII 10 m/s 超高速梯、XO - GMEIII 钢带无机房客梯、XO - CONIII 小机房乘客电梯等产品的销量均领衔行业。

奥的斯电梯公司是由电梯的发明者伊莱沙·格雷夫斯·奥的斯先生于 1853 年在美国创立的。160 多年来，奥的斯电梯始终保持着电梯业界的领先地位，一直致力于研究、开发、制造、安装、维修、保养、更新改造电梯、自动扶梯、自动人行道等运输系统，是全球最大的电梯、扶梯及人行走道的供应商和服务商，其产品占全球市场份额的 27%。

蒂森克虏伯电梯集团是德国工业巨头，雇员超过 193 000 人，自成立至今，销售额累计达 380 亿欧元。其下属的蒂森克虏伯电梯集团是全球三大电梯和自动扶梯生产商之一。2005 年 11 月 16 日，蒂森克虏伯电梯集团在广东中山设立的新工厂正式启用，其拥有三个制造基地，分别为上海松江电梯工厂、中山电梯工厂和中山扶梯工厂，生产的产品包括电梯、自动扶梯和自动人行步道等，不仅可以满足德国国内客户的各类需求，而且还能够远销其他国家。

迅达电梯公司是世界第一大自动扶梯制造商，由罗伯特·辛德勒先生于 1874 年在瑞士创立，总部位于风景秀丽的卢塞恩，至今已有 140 多年的历史。迅达是最早进入中国电梯及自动扶梯市场的外资企业。1980 年，迅达开始在中国电梯市场发展，其间，其在中国的投资金额不断增加，达到 15 亿元。迅达（中国）凭借良好的投资环境、坚实的工业基础和优秀的人力资源，同时，引进一流的电梯技术和吸收先进的管理模式，在从合资到独资的 20 多年里得到了长足的发展，成为迅达在亚太地区重要的营运公司和主要的电梯及自动扶梯生产基地，也是中国最大的自动扶梯公司和主要电梯供应商之一。

通力电梯是世界上最大的电梯公司之一，成立于 1910 年，总部位于芬兰，是一家拥有 100 多年历史的工业工程公司。通力电梯是开发环保节能产品的先锋，是全球无齿轮电梯的领导者和无机房电梯的开启者。通力电梯在全球拥有 80 万台左右的电梯维保量，在全球运行的无齿轮电梯达到 38 万台。通力电梯进入中国市场 10 多年以来，取得了长足的发展，现已经成为中国电梯和扶梯产业最大的供应商之一。

上海三菱电梯有限公司目前是带有国企性质的公司，上海机电股份有限公司持股占比为 52%，中国机械进出口集团持股占比为 8%，合计国企持股占比 60%，剩余 40% 属于三菱电梯香港有限公司的股份。三菱电梯香港有限公司是拥有 40 多年丰富经验的垂直运输系统专家，在中国内地及港澳地区成功销售、安装和维修各类电梯及自动扶梯。上海三菱电梯有限公司的主流产品基本均为自主研发。

东芝电梯（中国）有限公司在中国拥有上海、沈阳两大生产基地，数量众多的销售区域、维修中心和服务网络覆盖全国。东芝电梯（中国）有限公司致力于开发和制造环境友好型电梯产品，拥有研发中心和获得 CNAS 认证的国家级中心实验室，可以保障电梯的科技含量和技术品质，并在上海和沈阳两处设有研修中心，提供专业人才保障，同时，还为客户提供专业的维修和保养服务，全年 365 天从不停歇。

日立电梯（中国）有限公司成立于 1995 年，总部设在广州。公司致力于各类电梯、扶梯、自动人行道、智能安防系统的研发、制造、销售、安装、维修、保养，综合实力稳居国内行业三甲之列，跻身中国外商投资企业 500 强。充分整合了亚洲研发中心、上海研发中心、扶梯研发中心、电机研发中心、日立楼宇技术研发中心以及日本水户研发中心六大研发

中心的资源，形成“5+1”研发网络体系，共同开发具有自主知识产权的高端电梯产品，实现资源共享最大化。作为楼宇交通的全面解决方案供应商，公司从不同角度出發，提出安全、高效智能、环保节能、舒适4大楼宇交通技术解决方案。

开发高速、大输送容量的电梯。中国上海和日本水戶分别建成172.6 m和213.5 m的电梯实验塔，广州周大福金融中心的超高速电梯的速度实验中，测量出该电梯达到分速为1 260 m/min（时速75.6 km/h），经国家电梯质量监督检验中心（广东）的正式速度认证，该1 260 m/min的电梯为世界最高速电梯。

1995年，华升富士达电梯有限公司由富士达株式会社与中国中纺集团有限公司合资组建，注册资金为50 000万元（日方出资60%，中方出资40%）。作为富士达集团在中国市场建立的电梯生产基地，华升富士达电梯有限公司秉承“专业厂家、专业品质”的一贯追求，应用长期积累的专业技术，持续引进尖端科技与自主创新相结合的开发模式，推行绿色节能、人性化为主导的产品设计理念，以生产包括乘客电梯、观光电梯、别墅电梯、医用电梯、货用电梯、杂物梯等多样化的产品以及遍布全国各地的销售网络和预防性维保服务为主，不断满足中国市场多方位的需求，为中国城市化建设的和谐发展注入活力。在中国电梯市场深耕细作20余年的华升富士达电梯有限公司，依托日本富士达集团的先进管理经验，目前年生产能力超过两万台，在中国累计销售电梯近20万台，并且始终以贴心和全天候服务体制为平台，为客户提供及时准确的全天候五星级预防性维保服务。

广州广日电梯工业有限公司是广州广日集团有限公司下属的核心支柱企业，是华南地区电梯整梯规模最大生产基地之一，也是中国电梯行业的国企控股企业。其以GreenMax系列为主的GRR II自动人行道、医用电梯、小机房电梯、豪华客梯、家用（别墅）电梯以及GRF II自动扶梯、观光电梯、GVH载货电梯、ESW无机房电梯等组成完整的产品体系，集电梯引进、研发、制造、出口贸易、安装、维修、保养和售后服务为一体。作为中国电梯品牌的先行者，广州广日电梯工业有限公司始终秉持“广采众长、日就月将”的企业理念，凭借着不断自主创新和完善的销售、售后服务体系，积极履行“电梯改善生活，创新驱动未来”的核心使命，为社会提供高效优质的产品和服务，立志打造最值得信赖的中国电梯品牌。

### 3. 电梯基础知识

《新华字典》中电梯定义为多层建筑物中做垂直方向运动的电动机械。

《特种设备安全监察条例》中规定的电梯是指由动力驱动，利用沿刚性导轨运行的箱体或者沿固定线路运行的梯级进行升降或者平行运送人、货物的机电设备，包括载人电梯、载货电梯、自动扶梯、自动人行道梯等。

国家标准GB/T 7024—2008《电梯、自动扶梯、自动人行道术语》则将电梯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°的刚性导轨之间的永久运输设备。

目前，最权威的法律释义及分类来自《特种设备目录》（表1-1），根据《中华人民共和国特种设备安全法》和《特种设备安全监察条例》的规定，经国务院批准，国家质检总局修订了《特种设备目录》，是权威的解释，同时，《关于公布〈特种设备目录〉的通知》（国质检锅〔2004〕31号）和《关于增补特种设备目录的通知》（国质检特〔2010〕22号）予以废止。《特种设备目录》由国家质检总局负责解释。

表 1-1 特种设备目录

代码	种类	类别	品种
3000	电梯	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。非公共场所安装且仅供单一家庭使用的电梯除外	
3100		曳引与强制驱动电梯	
3110			曳引驱动乘客电梯
3120			曳引驱动载货电梯
3130			强制驱动载货电梯
3200		液压驱动电梯	
3210			液压乘客电梯
3220			液压载货电梯
3300		自动扶梯与自动人行道	
3310			自动扶梯
3320			自动人行道
3400		其他类型电梯	
3410			防爆电梯
3420			消防员电梯
3430			杂物电梯

为方便管理和使用，部分电梯检验机构和电梯公司常用下列简易标识对电梯通用型号进行释义。

#### 4. 电梯产业发展

(1) 中国电梯行业的国际地位进一步提升。

中国成为电梯行业全球第一制造大国和保有量第一大国已经有很多年。巨大的产业规模使中国在电梯国际标准组织中的地位发生了根本改变，由原来的学习者、引进消化者、执行者跃升为标准制定者之一。中国已经是欧洲 EN81 - 20/50 标准的制定者之一，新修订的标准首次融入了 80 多条中国元素。这是一个质的变化，即过去我国是等效采用欧洲标准，现在是在采用欧洲与我国共同制定的标准；并且在关键的安全条款中，我国以 GB 7588—2003 标准修改单方式制定了比欧洲标准要求更高的标准。

(2) 电梯新技术获得更多应用。

电梯集机、电、光技术为一体，是一种较为复杂的机电产品，是一个工程系统。新技术在电梯上的应用前景十分广阔。

①更安全。不断改进产品的设计，生产环保型低能耗、低噪声、无漏油、无漏水、无电磁干扰、无井道导轨油渍污染的电梯，如已获得高层建筑与城市人居委员会（CTBUH）2013 年创新奖的通力碳纤维绳索 Ultra Rope（TM）。

②更高更快。中国广州周大福金融中心电梯以 1 260 m/s 打破全世界电梯运行最快的纪录。

③更智慧。对电梯信息进行科学信息化管理，实现动态管理、汇总分析。对事故隐患及时地、科学地提出紧急预案和整改措施，有效保障了用户的人身和财产安全。外资企业纷纷将国外的最新技术投向中国，将研发机构移往中国，如美国奥的斯、瑞士迅达、芬兰通力相继将全球研发中心落户上海；多家本土企业设立研发中心，武装试验设备、研发高端产品和关键零部件。

(3) 制造与服务业并重，深度开发电梯后市场已成为行业企业发展方向。

在电梯保有量的激增和老龄电梯数量逐年增大的背景下，以安装、保养、维修、改造为特征的电梯后市场已经成为行业企业持续发展的重要战略资源。整梯制造企业积极推进服务产业化，纷纷建立以营销服务为主导的服务网络，网络建设由原来的大中型城市向二三线城市延伸。中国电梯行业由制造业向现代服务业转化的进程正在加快。电梯物联网是为了解决目前电梯安全问题而提出的概念，数据采集部分、数据传输部分、中心处理部分以及应用软件共同构成了完整的电梯物联网监控系统。采集仪结合平台应用软件，采集电梯运行数据进行分析并上传到互联网监控中心，从而为各相关单位对电梯实时有效的监管维护提供大数据支撑。

## 练习巩固

### 一、填空题

1. 电梯是\_\_\_\_\_，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。非公共场所安装且仅供单一家庭使用的电梯除外。

2. \_\_\_\_\_第 6.4.2 条规定：十二层及十二层以上的住宅，每栋楼设置电梯不应少于两台，其中应设置一台可容纳担架的电梯。

### 二、简述题

1. 请利用网络资料，放眼全世界，查找每个品牌电梯目前安装对应的标志性建筑。

2. 请根据《电梯、液压梯产品型号编制方法》说明电梯简易标示的方法。

## 项目二

# 电梯曳引机的结构与原理

### 项目分析

通过本项目的学习，认识电梯曳引机，熟悉其基本组成、传动结构、驱动原理及各主要部分的作用。

### 学习目标

#### 应知

1. 认识电梯的曳引机，熟悉其基本组成和主要部件的作用。
2. 理解电梯的曳引机和制动器的主要类型和工作原理。

#### 应会

1. 认识电梯曳引机的主要部件。
2. 理解电梯曳引机的驱动原理。

## 学习任务 2.1 认识电梯曳引机



曳引机的结构和原理 SCORM 课件

### 知识储备

#### 电梯曳引机

电梯曳引机由曳引电动机、曳引轮、导向轮、反绳轮、曳引钢丝绳等组成，用于输出并传递动力，驱动电梯运行。电梯曳引机是电梯运行的根本，是电梯的核心部件之一。

### 1. 电梯曳引机的结构与分类

电梯曳引机（驱动主机）是电梯的主拖动机构，由曳引电动机、减速箱、曳引轮、导向轮、电磁制动器等组成，如图 2-1 所示。

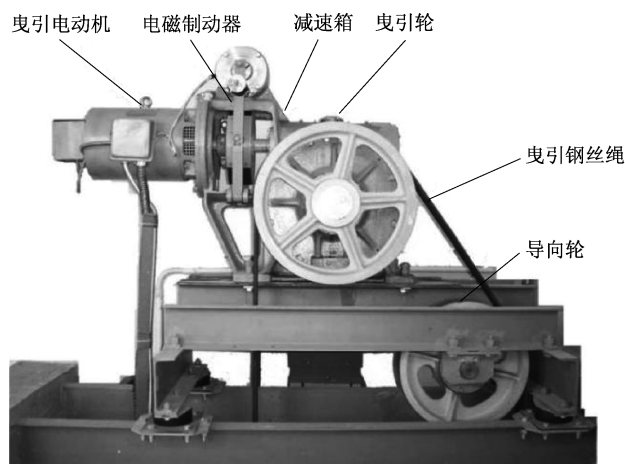


图 2-1 电梯曳引机

电梯曳引机按驱动电动机的类型可分为直流电动机和交流电动机两类；按有、无减速箱可分为无齿曳引机和有齿曳引机两类。现在建筑物中大部分应用的是装有蜗轮蜗杆减速箱的电梯曳引机，无齿交流永磁同步曳引机在乘客电梯中的比例也在快速增加。

#### (1) 无齿曳引机。

无齿曳引机主要应用在高速电梯、无机房和小机房电梯上。由于曳引电动机与曳引轮之间没有减速箱，因此，其有结构简单紧凑、传动效率高的优点，而且不需要润滑油，不存在漏油故障以及换油时对环境的污染。采用交流变频调速永磁同步电动机的无齿曳引机已普遍应用在高速和超高速电梯上。永磁同步无齿曳引机的两种结构如图 2-2 所示。

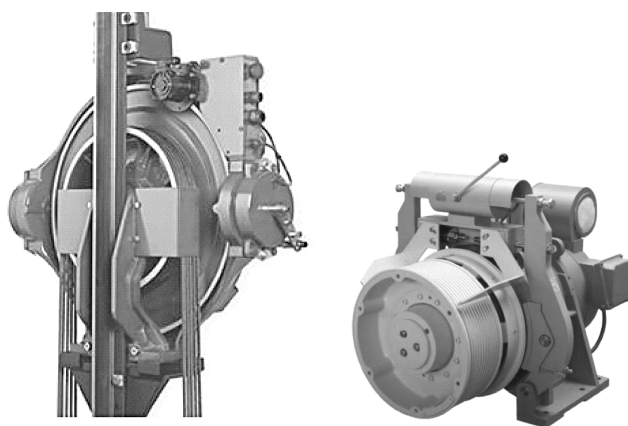


图 2-2 永磁同步无齿曳引机的两种结构

#### (2) 有齿曳引机。

有齿曳引机带有减速箱，减速箱多采用蜗轮蜗杆传动。有齿曳引机主要由曳引电动机、

电磁制动器、减速箱、曳引轮、盘车手轮和机座等组成。有齿曳引机普遍采用交流异步电动机驱动，相对于轿厢的速度和重量，电动机额定输出转速过快、转矩过小，无法直接驱动曳引轮，因此，必须设置减速箱以降低电动机的输出转速，提高电动机的输出转矩。图 2-3 所示为有齿曳引机的结构。

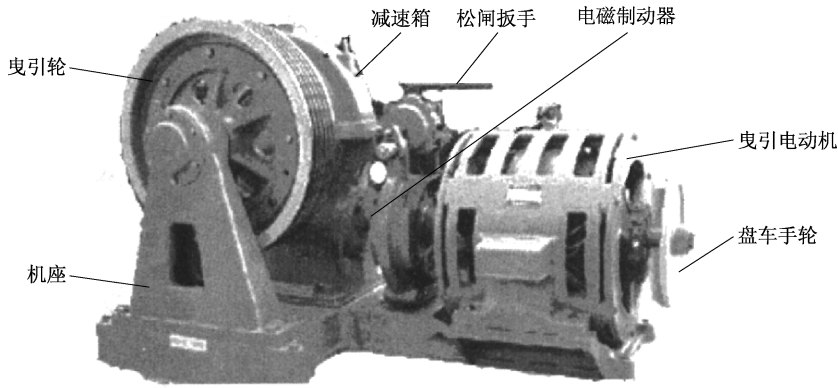


图 2-3 有齿曳引机的结构

采用蜗轮蜗杆减速箱的有齿曳引机有以下优点：

- ①传动比大，结构紧凑。
- ②制造简单，部件和轴承数量少。
- ③由于齿面的啮合是连续不断的，因此运行平稳，噪声较低。
- ④具有较好的抗冲击载荷特性，不易逆向驱动（即从负载端向原驱动端传动）。

采用蜗轮蜗杆减速箱有以下缺点：

- ①由于啮合齿面之间有较大的滑移速度，在运行时发热量大。
- ②齿面磨损较严重。
- ③传动效率低（一般蜗轮蜗杆副的传动效率仅为 72% ~ 85%）。

④对蜗轮蜗杆中心距敏感，部件互换性差。

在设计蜗轮和蜗杆时，考虑到单头蜗杆的传动效率较低，一般尽量采用多头蜗杆，但为了保证加工和传动的精度，蜗杆头数通常不大于 4；同时，为了避免减速箱体积过大，蜗轮齿数一般不超过 85。蜗轮蜗杆副的结构如图 2-4 所示。



图 2-4 蜗轮蜗杆副的结构

减速箱的类型通常以其蜗轮与蜗杆的安装位置进行区分。在减速箱内，蜗杆安装在蜗轮下方的称为蜗杆下置式；蜗杆安装在蜗轮上方的称为蜗杆上置式；蜗杆垂直布置的则称为蜗杆立式。三种不同类型蜗杆布置方式的有齿曳引机如图 2-5 所示。

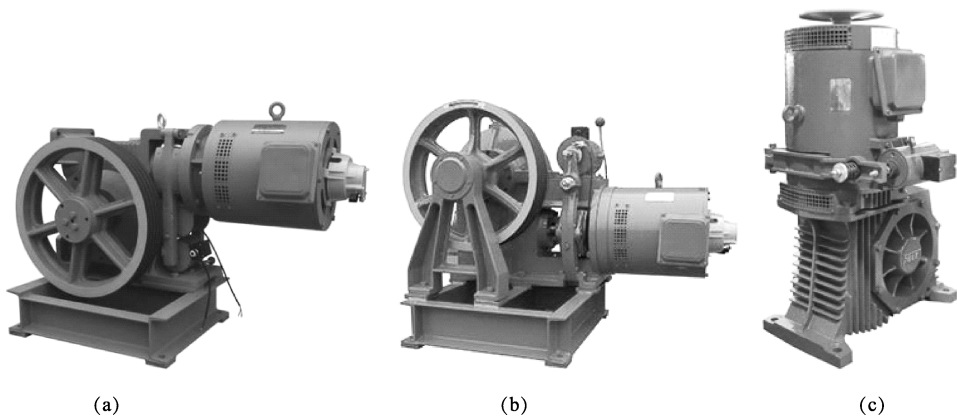


图 2-5 有齿曳引机

(a) 蜗杆上置式；(b) 蜗杆下置式；(c) 蜗杆立式

一般在电梯低速重载时多选用蜗杆下置式有齿曳引机。下置式的特点主要是对高速运转的蜗杆润滑好、散热好。其缺点是容易漏油，且当润滑油遭到污染有杂质时会直接影响蜗轮蜗杆啮合齿轮的寿命，保养时也不易看到啮合两轮齿的啮合位置；当电梯运行速度较高时，若采用下置式，则能量损失会更大，因为蜗杆需要浸入油液中大概一个齿距的高度，高速运转下阻力较大；相反，蜗杆上置式和蜗杆立式的润滑油是分别依靠蜗轮和蜗杆的旋转扬起间接润滑的，虽然润滑效果没有下置式好，但在高速运转下阻力较小。

### (3) 减速箱的结构。

减速箱一般由箱体、箱盖、蜗杆、蜗轮、轴承等组成（图 2-6）。

蜗轮轴（即主轴）与蜗杆的两端都装有轴承。由于蜗轮蜗杆的齿是斜的，在传动时会产生轴向力，因此，通常都是选用向心推力轴承或向心轴承与推力轴承的组合。

蜗杆一般选用 45# 或 40Cr 钢材制造。

蜗轮一般采用锡青铜或铝青铜（均为金黄色）材料铸造加工而成，经加工后，蜗轮固定在轮壳上。

目前，蜗轮的材料较大量采用高铝锌基合金（常用 ZA27，为银白色）材料，该材料价格便宜、密度小、机械性能良好，但是热敏感性高，铸造工艺要求高，若铸造质量达不到要求，则可能只有 1~2 年的使用寿命。

### 2. 曳引轮、导向轮和反绳轮的结构与原理

曳引轮的作用是利用摩擦力传递动力，并且要承受电梯轿厢、对重、载荷及曳引绳和电缆等的全部重量。

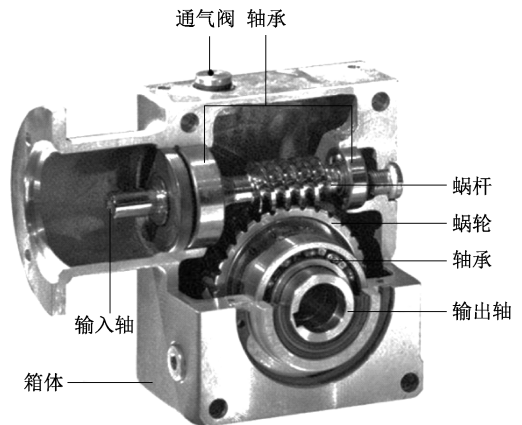


图 2-6 减速箱的组成