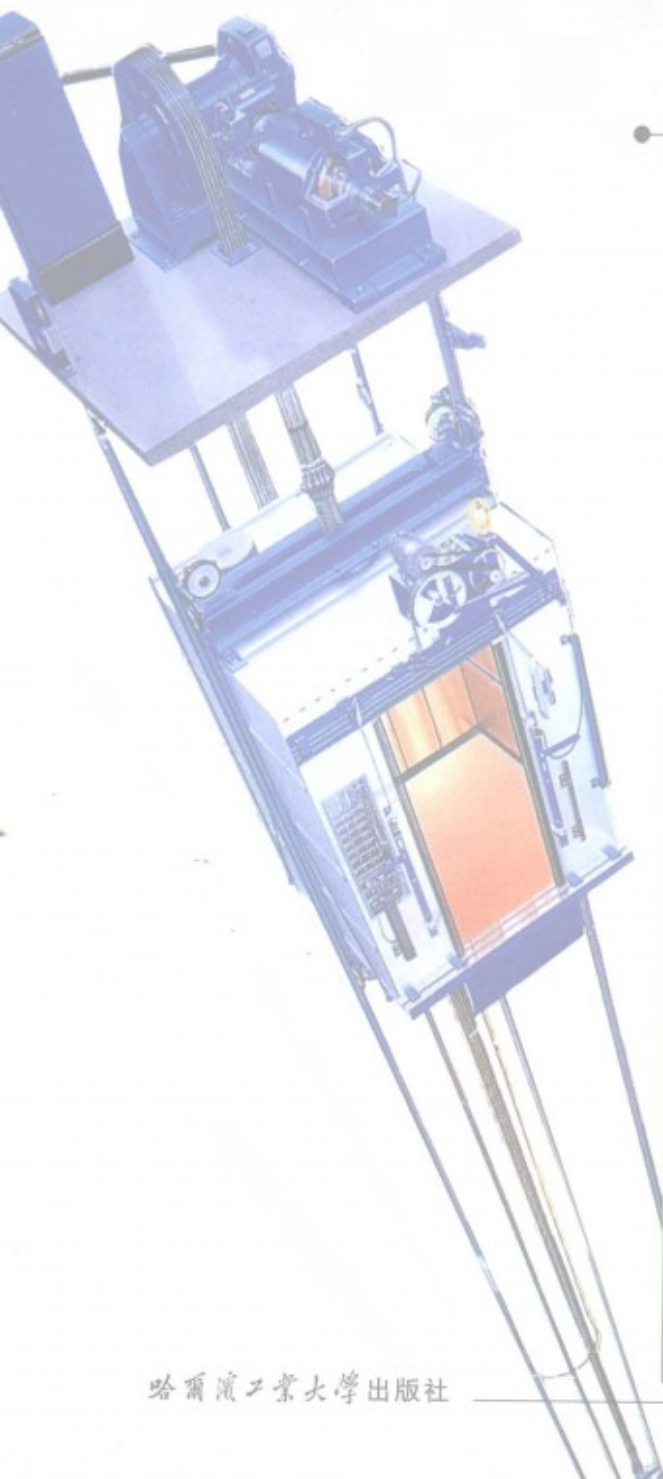


高等学校“十一五”规划教材

现代电梯控制技术

张汉杰 王锡仲 朱学莉 编著

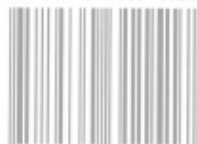
修订版



哈尔滨工业大学出版社

责任编辑 黄菊英
封面设计 卞秉利

ISBN 978-7-5603-1151-7



9 787560 311517 >

定价 25.50 元

现代电梯控制技术

(修订版)

张汉杰 王锡仲 朱学莉 编著

哈尔滨工业大学出版社
哈尔滨

内 容 提 要

本书主要论述交流电梯的工作原理。内容包括:电梯的基本结构、基本规格与主要性能指标,各种交流调速电梯的电力拖动控制系统与电梯运行逻辑控制系统的组成和工作原理,电梯的调试与故障处理,电梯的选用、安装、维修与管理。书中详细地分析了电梯的运行速度给定曲线、特性以及相应电路的工作原理。内容比较丰富全面,且在叙述上考虑了知识的系统性。

本书可作为大专院校工业自动化、电气技术、机械电子工程专业以及有关专业的教材,亦可作为从事电梯安装、调试、维修与管理的工程技术人员以及技术工人的培训教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代电梯控制技术/张汉杰,王锡仲,朱学莉编著.—2
版.—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2007.8

ISBN 978-7-5603-1151-7

I.现… II.①张…②王…③朱… III.电梯-控制系统
IV.TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 116321 号

责任编辑 黄菊英

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 21.75 字数 498 千字

版 次 2001 年 3 月第 2 版 2007 年 8 月第 3 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-1151-7

定 价 25.50 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

再版前言

本书自1996年出版以来,得到了广大读者的大力支持,作者借此修订再版之际,向广大读者致以深切的谢意。

随着科学技术的发展,现代电梯的控制性能不断提高,功能也不断完善,电梯产品越加丰富多彩。尽管如此,本次修订还是沿用第1版的原则,即本书内容不面对具体产品,只瞄准电梯产品的共性基础问题:系统基本结构、基本工作原理。对所涉及的问题,吸收、采纳和借鉴了国内外的研究成果和观点,并把它们系统地归纳起来,结合典型系统,尽量详细深入地进行分析,以求使读者提高对电梯控制系统的分析能力和设计能力,并为电梯控制系统的开发打下较好的基础。

本次再版对书中一些内容做了修改。将原来第三章“电梯的电气控制系统”改为“电梯的运行逻辑控制系统”,并做了重点修改,删去了陈旧内容,使内容更加简练,更加注重基本概念和基本原理的阐述,即在讲解“是什么”的同时,还分析“为什么”。

正由于本书对所涉及内容的分析比较详尽,以求留有“参考裕量”,所以在将本书选作教材时,希望根据学时数作适当删节。

本次修订由张汉杰、王锡仲执笔。在修订再版过程中,得到了哈尔滨工业大学出版社的大力支持和帮助,借此再版之际,谨表衷心谢意。

由于作者水平有限,缺点和错误在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

作 者

2001年1月

前 言

电梯是机-电一体的用于高层建筑的复杂运输设备。它涉及机械工程、电子技术、电力电子技术、电机与拖动理论、自动控制理论、电力拖动自动控制系统、微机技术和土建工程等多个学科领域。目前电梯的生产情况和使用数量已成为一个国家现代化程度的标志之一。自改革开放以来,我国的电梯产业,无论是电梯产量还是技术管理水平,都取得了飞速发展。

随着微电子技术和电力电子技术的发展和完善,交流调速技术不断发展,并日趋成熟。因此,在电梯控制技术上,已呈现出用交流调速方式取代直流调速方式的趋势。

本书是作者在《电梯控制技术》课程的教学基础上编写的,主要论述了交流电梯的控制技术。全书以交流双速电梯、交流调压调速电梯、涡流制动器调速电梯、交流变压变频调速电梯控制系统以及电梯的电气控制系统的组成和基本原理为主要内容。

本书共分六章。第一章总论,从电梯的发展谈起,讲述了国内外电梯生产与使用现状、电梯的基本结构、电梯的运行与控制功能综述、电梯的分类及其基本规格和主要性能指标。

第二章电梯的电力拖动系统,在讲述电梯运动系统动力学、运行速度给定曲线、电梯曳引电动机之后,详细分析了电梯调压调速系统特性、各类交流调速电梯拖动系统的组成和工作原理。

第三章电梯的电气控制系统,除了重点讲述电梯集选控制系统的工作原理以外,还介绍了电梯门控制系统、电梯群控系统和安全保护系统等内容。

由于电梯的可靠性除了靠设计、制造来保证外,还要通过现场安装、调试、维护和管理来保证,所以本书安排了第四章电梯的调试与故障处理,第五章电梯的设置与选用、安装与验收,第六章电梯的安全使用、维修与管理。

本书在取材上,以电梯的电气系统为主要内容,既考虑了有关基础知识,又注意了知识的系统性,既注重基本内容,又考虑了知识面的拓宽,内容比较丰富,分析比较详尽。

本书既可作为大专院校工业自动化、电气技术、机械电子工程专业以及有关专业的教材,亦可作为电梯安装、调试、维修与管理方面的工程技术人员以及技术工人的培训教材或参考书。

本书第一、二、四章由张汉杰执笔,第三章由王锡仲执笔,第五、六章由朱学莉执笔。全书由张汉杰统编定稿。

在本书编写过程中,李刚高级工程师、党立波工程师提供了资料,并给予了热情的帮助和支持。还有许多专家和热心的同志为本书的编写做了大量工作,在此谨致诚挚的谢意。

由于作者水平有限,加之时间比较仓促,书中难免有不妥和疏漏之处,恳请读者批评指正。

作 者

1996年4月

目 录

第一章 总论

1.1 电梯的发展	(1)
1.2 电梯的基本结构	(4)
1.3 电梯的控制功能综述	(20)
1.4 电梯的正常运行过程	(24)
1.5 电梯的分类	(28)
1.6 电梯的基本规格和主要性能指标	(31)

第二章 电梯的电力拖动控制系统

2.1 电梯运动系统的动力学	(35)
2.2 电梯运行速度给定曲线	(40)
2.3 电梯交流曳引电动机	(48)
2.4 交流双速电梯的电力拖动控制系统	(52)
2.5 交流调压调速(ACVV)电梯的电力拖动控制系统	(54)
2.6 交流半闭环调速电梯电力拖动控制系统	(97)
2.7 ACVV 电梯拖动微机控制系统	(112)
2.8 交流变压变频(VVVF)调速电梯的电力拖动控制系统	(132)

第三章 电梯的运行逻辑控制系统

3.1 概述	(154)
3.2 电梯门的控制系统	(154)
3.3 电梯的典型继电器运行逻辑控制线路	(160)
3.4 电梯的可编程序控制器运行逻辑控制系统	(190)
3.5 电梯运行的微机控制系统	(217)
3.6 电梯的群控系统	(228)
3.7 电气安全保护系统	(241)

第四章 电梯的调试和故障处理

4.1 电梯的性能测试	(247)
4.2 电梯调试的基本原则与常用调试仪器	(249)
4.3 模拟控制电梯的调试和故障处理	(251)
4.4 数字控制电梯的调试和故障处理	(259)

第五章 电梯的设置与选用、安装与验收

5.1 电梯的设置与选用原则	(267)
5.2 电梯主参数的选择	(288)
5.3 电梯的安装	(292)
5.4 电梯的验收	(307)

第六章 电梯的安全使用、维修与管理

6.1 电梯的管理	(325)
6.2 电梯的安全保护措施	(326)
6.3 电梯司机的职责	(328)
6.4 电梯的维修保养制度	(329)
6.5 电梯的维修保养	(330)
6.6 维修电梯用的工具设备	(337)

主要参考文献	(339)
--------------	-------

第一章 总 论

本章主要介绍和讲述电梯的技术发展、电梯在国内和国外的生产与使用现状,以及电梯的结构、功能、分类、主要技术指标等基本问题,以便使读者对电梯设备有一个整体的认识和了解,为深入学习电梯的控制技术打下必要的基础。

1.1 电梯的发展

一、电梯的起源与发展

电梯是高层宾馆、高层商店、高层住宅、多层厂房和多层仓库等高层建筑不可缺少的垂直方向的交通运输工具。

作为升降设备,据说它起源于公元前 236 年的古希腊。当时阿基米德设计出一种人力驱动的卷筒式卷扬机,共造出三台,安装在妮罗宫殿里。人们把这三台卷扬机看做是现代电梯的鼻祖。事实上,早在公元前,我们的祖先和古埃及也都曾经使用了这种人力卷扬机。

在瓦特发明了蒸汽机之后,于 1850 年,在美国纽约市出现了世界第一台由亨利·沃特曼制作的以蒸汽机为动力的卷扬机。1852 年美国伊莱沙·格雷夫斯·奥梯斯(1811 ~ 1861 年)发明了世界上第一部以蒸汽机为动力、配有安全装置的载人升降机。这便是世界上第一部备有安全装置的客梯,在 1857 年被安装在纽约市豪华商厦里。

在此期间,英国的阿姆斯特朗发明了水压梯。随着水压梯的发展,蒸汽梯也就被淘汰了。后来发展为采用油泵和控制阀的液压梯。直到今天,液压梯仍在使用。

在 1889 年,美国奥梯斯升降机公司推出了世界第一部以电动机为动力的升降机,这才开始出现了名副其实的电梯,同年在纽约市的马累特大厦安装成功。在 1903 年,又将卷筒式(即鼓轮式)驱动方式改进为槽轮式(即曳引式)驱动。所谓卷筒式驱动,是将曳引绳缠卷在卷筒上来提升重物,而槽轮式也称为曳引式驱动,是在曳引绳一端提升重物,另一端为平衡重,依靠曳引绳与曳引轮的绳槽之间的摩擦来驱动重物作垂直运动。因此,只要在曳引系统的容量和强度允许范围内,通过改变曳引绳长度就可适应不同的提升高度,而不再像卷筒式那样受卷筒长度限制。此外,当重物或平衡重碰底时,曳引绳与曳引槽会由于摩擦力减小而打滑,从而避免了像卷筒式那样,在失控时造成的曳引绳断裂等严重事故的发生。曳引式驱动可以使用多条曳引绳,而卷筒式驱动方式使用的曳引绳条数却受到限制。曳引式驱动方式为长行程并具有高度安全性的现代电梯奠定了基础。

当时的电梯使用直流电动机驱动,用改变串接在电枢回路中的电阻值的方法来调节电梯运行速度。后来发明了交流感应电动机,在 1900 年开始用于驱动电梯。最初的交流电动机只是单速的,电梯运行性能很不理想。直到发明了交流双速电动机,才基本满足了电梯的运行要求。

随着社会的发展,建筑物规模越来越大,楼层越来越多。所以,对电梯的调速精度、调速范围等静态和动态特性提出了更高的要求。尽管交流电动机结构简单,造价便宜,但在调速

性能方面却难以满足更高的要求,而对直流电动机来讲,由于后来采用了发电机-电动机调速系统,能较好地满足电梯调速的高要求。因此,在 20 世纪前半叶,电梯的电力拖动,尤其是高层建筑物中的电梯速度的调节,几乎都是采用直流调速系统来实现的。

1900 年美国奥梯斯电梯公司制造出世界上第一台自动扶梯。

1915 年已设计成功电梯自动平层控制系统。

1933 年美国制造出 6 m/s 的高速电梯。

在第二次世界大战以后,美国的建筑业得以快速发展,促使电梯也进入发展时期,新技术被广泛用于电梯。1949 年研制出 4~6 台电梯的群控系统。1955 年出现了真空电子管小型计算机控制的电梯。1962 年在美国已出现了 8.5 m/s 的超高速电梯。

在 1967 年将固体晶闸管用于电梯拖动系统。随着电力电子技术的发展,在用晶闸管取代直流发电机-电动机组的同时,研制出了交流调压调速系统,使交流电梯的调速性能得到了明显改善。

1976 年将微处理器应用于电梯。

1977 年日本三菱电机株式会社开发出了 10 m/s 的超高速电梯。

至此,电梯的控制技术已有了很大发展。

进入 80 年代,电梯控制技术又有了新的变化。由于固体功率器件的不断发展和完善以及微机技术的应用,出现了交流变频调速(VVVF)系统。1984 年在日本已将其用于 2 m/s 以上的高速电梯。1985 年以后,又将其延伸到中、低速交流调速电梯。交流变频调速技术被认为是电梯行业的当代技术。

1985 年日本生产出世界上第一台螺旋式自动扶梯,使其明显减小了占地面积。

1993 年日本生产的 12.5 m/s 世界上最高速的交流变频调速电梯已投入运行。

当前,在电梯电力拖动方面,除了大容量电梯还采用直流拖动系统以外,用交流变频调速方式取代直流调速方式,已成为高速电梯的主流。

应用微机全面取代继电器控制逻辑实现闭环控制,可进一步提高电梯的性能和可靠性,并可降低现场调试要求,是电梯控制技术的方向。现代电梯技术,更加强调运行质量和降低噪声,电梯控制将趋向多微机分散分层控制。

电梯群控系统是现代电梯技术的又一重要组成部分。它不但有完善的分区服务、运行监控、客流交通统计分析等功能,还具备故障诊断功能。

在电梯品种方面,出现了双层电梯、大吨位的集装厢电梯等。

为适应摩天大楼对电梯的特殊要求,目前正在研制无绳直线驱动电梯。

对于电梯的曳引机,目前除了中、低速范围的电梯还采用蜗轮副减速装置外,其他均已采用圆柱斜齿轮曳引系统,使效率提高了 15%~25%。

此外,用电子位置传感器取代机械选层器、用更先进的装置取代门安全触板、增设轿厢内通信设施以及轿厢非安全门区语音提醒和运行状态语音报告等装置,也是电梯技术现代化的体现。

对现代电梯性能的衡量,主要着重于可靠性、安全性和乘坐的舒适性。此外,对经济性、能耗、噪声等级和电磁干扰程度等方面也有相应要求。随着时代的发展,对人在与外界隔离封闭的电梯轿厢内心理上的压抑感和恐惧感也应有所考虑。因此,提倡对电梯进行豪华性装修,比如:轿厢内用镜面不锈钢装潢、在观光电梯井道设置宇宙空间或深海景象;进而主张电梯、扶梯应与大自然相协调,在扶梯的周围种植花草;在轿厢壁和顶棚装饰某些图案,甚至

是有变化的图案,并且在色彩调配上要令人赏心悦目;在轿厢内播放优美的音乐,用以减少烦躁;在轿厢内播放电视节目,乘客可收看天气预报、新闻等。

时至今日,电梯已进入了全面发展的新时期。

二、国外电梯生产与使用情况

当今世界,电梯的生产情况与使用数量已成为衡量一个国家现代化程度的标志之一。在一些发达的工业国家,电梯的使用相当普遍。

进入 90 年代,在世界各地运行的电梯有 400 多万台,其中日本就有 34 万台。全世界每年电梯需求量大约在 15 万台左右。其中日本需 3 万台,美国需 2 万台,欧洲需 5 万台,东南亚需 1.2 万台。预计近十年内世界年平均增长率为 7%,亚太地区的年增长率为 9%。

世界上有名的几家电梯公司,诸如:美国奥梯斯公司、瑞士迅达公司、日本三菱和日立公司、芬兰科恩公司等,其电梯的产量已占世界市场的 51%。其中奥梯斯公司和三菱公司是世界上产量很大的电梯生产企业。

根据有关资料统计,日本在 1990~1991 年一年中,共生产电梯 31 508 台。其中直流电梯为 23 台,占 0.1%;交流电梯为 22 690 台,占 72%;液压电梯为 7 829 台,占 24.8%;住宅电梯 966 台,占 3.1%。在亚洲,日本对电梯市场占有绝对优势,其占有率为 67%。由日本的情况可见一斑。

目前,国外除了以交流电梯取代直流电梯外,在低层楼房越来越多地使用液压电梯。此外,家用小型电梯将成为电梯家族中新的组成部分。

电梯是机电一体的复杂系统,不仅涉及机械传动、电气控制和土建等工程领域,还要考虑可靠性、舒适感和美学等问题。而对现代电梯尤其重要的是,应具有高度的安全性。事实上,在电梯上已采取了多项安全保护措施。在设计电梯时,对机械零部件和电气元器件都取用了很大的安全系数和保险系数。然而,只有电梯的制造、安装调试、售后服务和维修保养都达到高质量,才能全面保证电梯的最终高质量。在国外,已“法规”实行电梯制造、安装和维修一体化,实行由各制造企业认可的、法规认证的专业安装队和维修单位,承担安装调试、定期维修和检查试验,从而为电梯运行的可靠性和安全性提供了保证。因此,可以说乘坐电梯更安全。美国一家保险公司对电梯的安全性做过认真地调查和科学计算,其结论是:乘电梯比走楼梯安全 5 倍。据资料统计,在美国乘其他交通工具的人数每年约为 80 亿人次,而乘电梯的人数每年却有 540 亿人次之多。

三、国内电梯生产与使用情况

解放前,全国只有 2 000 台电梯,几乎没有电梯生产企业。解放后,随着我国经济建设的发展,电梯企业应运而生。我国的电梯企业由 60 年代开始起步,到了 70 年代已初具规模。

改革开放以来,我国电梯的需求量急剧上升。在 1949~1979 年的 30 年中,全国只生产了大约 1 万台电梯。而在党的十一届三中全会之后,随着经济建设的发展,电梯的需求量开始增加。1980 年生产的电梯已达 2 249 台,1983 年的产量为 5 087 台,1985 年全国生产了 9 178 台电梯,比上一年增长了 58%。1989 年电梯的产量为 9 552 台,总产值为 9.5 亿元。1990 年生产了 10 334 台电梯。1980~1990 年 11 年间,平均每年增长 16.5%。到 1991 年,产量已超过 1.2 万台。截止 1992 年,在全国运行的电梯有 10 万台,其中客梯占 40%,其余为货梯、杂物梯和自动扶梯。1993 年的产量为 2.4 万台,总产值约为 45 亿元。到 1994 年,

年产量已近 3 万台。在八五期间,电梯产量以每年 13% 的速度增长,五年总需求量上升到 8.4 万台。

1980 年以前,全国电梯生产企业不足 10 家,1983 年电梯生产企业增加到 20 家,到 1991 年,国内电梯生产企业已有 200 多家,多数为中、小型企业。其中年产量超过 1 000 台的企业有 5 家。国家计委根据国情确定的行业生产规模为每年生产 2 000 台。截至 1991 年,已有 3 家企业的设计生产能力达到或超过这个指标。由此可见,80 年代中期,我国电梯工业已取得迅速发展。进入 90 年代,为把握生产质量,采取了发放生产许可证制度。到 1992 年,已有 110 家电梯生产企业持有生产许可证,260 家企业持有厂外安装许可证。

在我国,通过引进国际电梯标准以及发达国家的先进产品和技术,引发出了一支以中外合资企业为主体的外向型企业队伍。如:中国迅达公司、天津奥梯斯公司、上海三菱公司、苏州迅达公司和广州电梯工业公司等企业,就是通过合资和补偿贸易方式,引进发达国家的先进管理和技术,不断改善现有产品结构和管理体制,使企业素质和产品质量都提高到了一个新水平,推出一代电梯新产品。诸如:苏州迅达公司的 DYN-2、NYN-S,天津奥梯斯公司的 TOEC-3、TOEC-10、TOEC-40,上海三菱公司的 VVVF 产品和广州电梯工业公司的 YP-40 等。此外,沈阳电梯厂和西安电梯厂在技术开发方面也取得了成效。在电梯协会成员企业当中,这些骨干企业的电梯产量占 64% 左右,产值占 82%。

目前,交流调压调速电梯技术已趋成熟,一些企业都有成功的产品。微机控制电梯是电梯技术的方向,一些生产企业与科研单位相结合,相继推出了微机控制的电梯新机型,使控制功能得到增强,电梯的性能得到改善,明显提高了可靠性。除了合资企业外,也有其他厂家开发出了变频调速电梯新产品。另外,用可编程控制器(PC)取代继电器控制系统的机型也已投产,使电梯性能得到改善,故障率明显降低。在技术上,应该说这是一大进步,用 PC 对单梯进行控制还是有前途的。有些生产企业开发了紧急供电装置、防火厅门、地震控制、自检测以及语言合成等电梯新功能;对机械系统采用了新结构、新材料、新技术和新工艺。总之,与国外先进技术水平相比,虽然还存在一定差距,但国内电梯技术正以迅猛的发展速度赶超世界先进水平。

中国电梯在亚洲市场占有率有越来越重要的位置,每年销售量已达 1 万台左右,约占亚洲市场的 1/5。一些合资企业在出口创汇方面也做出了贡献。

目前,国内电梯产业还有不完善之处。为此,建设部曾以建字(1992)144 号文件形式发布了关于提高电梯质量的若干规定。提出对各厂家生产的机型进行整顿。在八五期间,分批淘汰老型继电器控制的交流双速电梯以及 1 m/s 以下的低速电梯。到 1997 年将全部淘汰老型继电器控制电梯。提出统一技术标准,要在制造、安装、保养和维修等方面进行综合治理。提出开展产品质量认证、加强对安装单位的管理、严格检查验收、完善使用保养制度。

近年来,为保证电梯最终质量,在建立全国性完整的电梯管理法规、落实检查机构、壮大安装调试队伍、组建维修保养网络和提高相关人员技术素质等方面,正在进行着一系列实质性的工作。我国电梯行业,正在走向法规化,加速步入世界先进行列。

1.2 电梯的基本结构

从总体来讲,电梯由机械系统和电气控制系统两部分组成。其机械部分由曳引系统、轿厢和门系统、平衡系统、导向系统以及机械安全保护装置等部分组成;而电气控制部分由电

力拖动系统、运行逻辑功能控制系统和电气安全保护等系统组成。电梯的基本结构如图1.1所示。

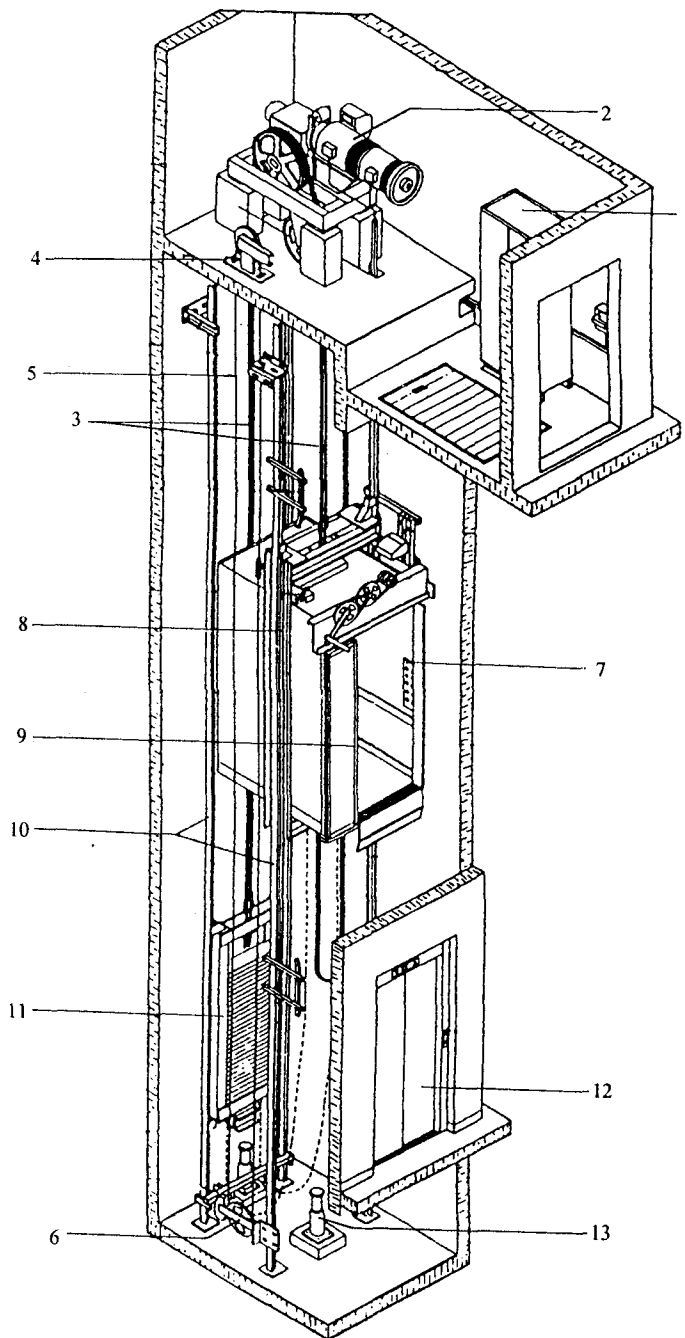


图 1.1 电梯的基本结构

1—控制柜(屏);2—曳引机;3—曳引钢丝绳;4—限速器;5—限速器钢绳;6—限速器张紧装置;7—轿厢;8—安全钳;9—轿厢门安全触板;10—导轨;11—对重;12—厅门;13—缓冲器

一、曳引系统

电梯曳引系统的功能是输出动力和传递动力,驱动电梯运行。主要由曳引机、曳引钢丝绳、导向轮和反绳轮组成,如图 1.2 所示。

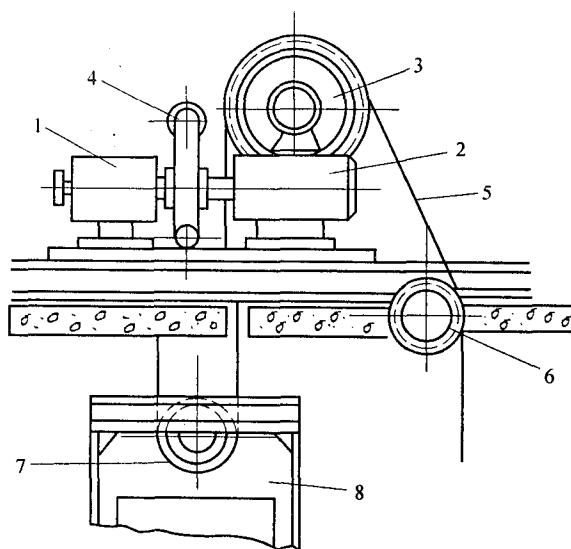


图 1.2 曳引系统

1—电动机;2—减速器;3—曳引轮;4—电磁制动器;5—曳引钢丝绳;6—导向轮;7—反绳轮;8—轿厢

1. 曳引机

曳引机为电梯的运行提供动力,由电动机、曳引轮和电磁制动器组成。根据电动机与曳引轮之间是否有减速箱,又可分为有齿曳引机和无齿曳引机。其中无齿曳引机的电动机直接驱动曳引轮,一般用于 2 m/s 以上的高速电梯。由于这种电梯没有减速箱,所以其传动效率较高,噪声小,传动平稳。而有齿曳引机的电动机通过减速箱驱动曳引轮,从而降低了电动机的输出转速,提高了输出转矩。

如果曳引机的曳引轮安装在主轴的伸出端,称为单支承式(悬臂式)曳引机,这种结构简单轻巧,适用于起重量较小(额定起重量不大于 1 t)的电梯。如果曳引轮两侧均有支承,则称为双支承式曳引机。这种结构适用于大起重量的电梯。

(1) 减速箱

有齿曳引机的减速箱一般采用蜗轮蜗杆传动。其优点是:传动比大、运行平稳、噪声低和体积小。

在减速箱中,蜗杆可以置于蜗轮的上面,称为蜗杆上置式结构。这种结构的蜗轮蜗杆啮合面不易进入杂物,但可润滑性较差。若蜗杆置于蜗轮下面,则称为蜗杆下置式结构。这种结构的蜗杆可浸在减速箱体的润滑油中,使齿的啮合面得到充分润滑,但要求蜗杆的伸出端要有良好的密封,以防润滑油渗漏。

表示减速箱减速能力的技术参数为传动比 i , 即

$$i = \frac{z_2}{z_1} \quad (1.1)$$

式中 z_2 ——蜗轮齿数;

z_1 ——蜗杆头数。

所谓蜗杆头数就是蜗杆上螺旋线的条数,一般为1~4头。单头蜗杆能得到大的传动比,但螺旋升角小,传动效率低,一般用在低速电梯上。二头蜗杆最为常用。三四头蜗杆多用于快速电梯,以满足曳引机具有较高输出速度的要求。

蜗杆螺旋线升角 γ 是蜗杆分度圆柱上齿线的升角,如图1.3所示。

蜗杆螺旋升角关系到传动比,即关系到传动效率。当螺旋升角 γ 小于蜗轮蜗杆啮合处当量摩擦角时,传动具有自锁性,即只能由蜗杆驱动蜗轮,此时传动效率小于0.5。实际上,蜗杆螺旋升角一般都大于当量摩擦角,所以不具有自锁性,即蜗轮也能驱动蜗杆。

蜗轮蜗杆的传动效率可按下式估算

$$\eta = (100 - 3.5\sqrt{i})\% \quad (1.2)$$

显然,当螺旋升角 γ 加大时,传动比 i 减小,传动效率 η 则上升。

按蜗杆的形状,可分为圆柱形蜗杆传动和圆弧面蜗杆传动,如图1.4所示。

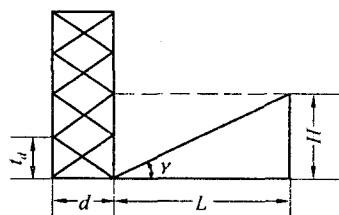


图1.3 蜗杆螺旋升角
 γ —螺旋升角; t_d —齿距; d —分度圆直径;
 L —分度圆周长; H —导程

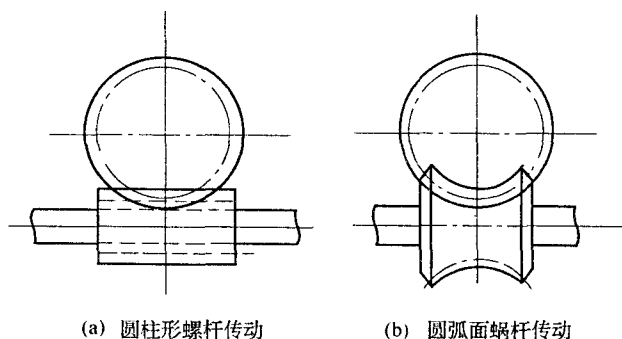


图1.4 蜗杆传动的种类

在电梯中一般多使用圆柱形蜗杆传动,因为它加工比较容易。对于圆弧面蜗杆,由于同时啮合的齿数增多,齿间接触较好,所以提高了承载能力。但是,制造加工比较麻烦。弧面蜗杆传动在电梯上已有应用。

除了上述蜗轮蜗杆传动以外,在国外电梯产品上,已应用圆柱斜齿轮传动,使传动效率有了很大的提高。

(2) 曳引轮

曳引轮安装在曳引机的主轴上,是曳引机的工作部分,在曳引轮缘上开有绳槽,如图1.5所示。

曳引轮靠钢丝绳与绳槽之间的摩擦力来传递动力,当曳引轮两侧的钢丝绳有一定拉力差时,应保证曳引钢绳不打滑。为此,必须使绳槽具有一定形状。在电梯中常见的绳槽形状有半圆槽、带切口半圆槽和楔形槽三种,如图1.6所示。

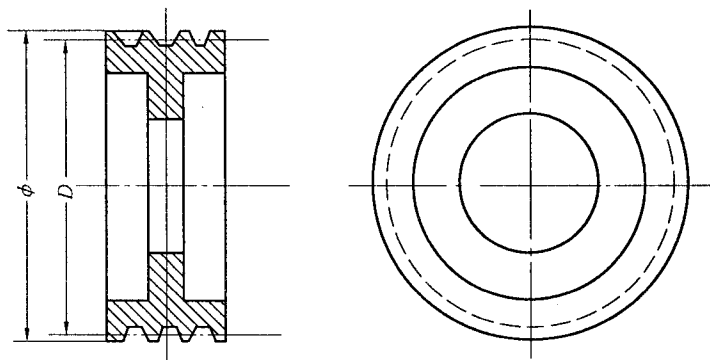
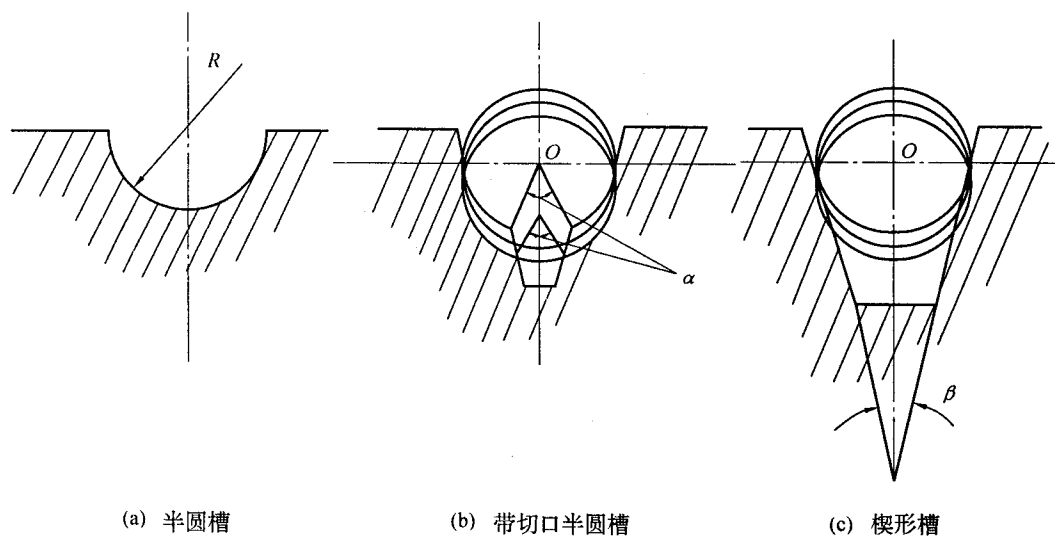


图 1.5 曳引轮



(a) 半圆槽

(b) 带切口半圆槽

(c) 楔形槽

图 1.6 绳槽形状

其中半圆绳槽与钢丝绳的接触面积最大,钢丝绳在绳槽中变形小、摩擦小,有利于延长使用寿命。但其当量摩擦系数小,所以必须增大包角 φ 才能提高其曳引能力。一般只能用于复绕式电梯,常见于高速电梯。

对于带切口半圆槽,由于在半圆槽底部切制了一个楔形槽,使钢丝绳在沟槽处发生弹性变形,有一部分楔入槽中,所以,使得当量摩擦系数大为增加,一般可为半圆槽的 1.5~2 倍。增大槽形中心角 α ,可提高当量摩擦系数, α 最大限度为 120° ,实用中常取 $90^\circ \sim 110^\circ$ 。如果在使用中,因磨损而使槽形中心下移时,则中心角 α 大小基本不变,使摩擦力也基本保持不变。由于有这一优点,使这种槽形在电梯上应用最为广泛。

而对于楔形槽,尽管由于槽形两侧对钢丝绳产生很大的挤压力,从而使其产生较大的当量摩擦系数,但是这种槽形,使钢丝绳与绳槽的磨损较快,因此,限制了楔形槽的应用,一般

只在杂物梯等轻载低速电梯上才被采用。

曳引轮计算直径 D 的大小,取决于电梯的额定速度、曳引机额定工作力矩和曳引钢丝绳的使用寿命。若电梯的额定速度为 v ,则有

$$v = \frac{\pi D n}{60 i_1 i_2} \quad (1.3)$$

式中 v ——电梯额定速度, m/s;
 D ——曳引轮计算直径, m;
 n ——电动机额定转速, r/min;
 i_1 ——减速箱速比;
 i_2 ——电梯曳引比。

可见,在其他条件一定的情况下,计算直径 D 越大,电梯的速度越高。同时,计算直径 D 的大小,决定了钢丝绳工作弯曲时的曲率半径。

曳引轮的材质对曳引钢绳和绳轮本身的使用寿命都有很大影响。曳引轮均用球墨铸铁制造。因为球状石墨结构能减小曳引钢丝绳的磨损,使绳槽耐磨。

(3) 电磁制动器

电磁制动器安装在电动机轴与蜗杆轴的连接处,是通过制动瓦对制动轮抱合时产生的摩擦力来使电梯停止运动的装置。一种常见的电磁制动器如图 1.7 所示。

电磁制动器一般由以下几部分组成:

① 电磁铁。电梯多使用直流电磁铁,因为直流电磁铁结构简单,动作平稳,噪声小。

直流电磁铁由绕制在铜质线圈套上的线圈和用软磁性材料制造的铁心构成。电磁铁的作用是用来松开闸瓦。当闸瓦松开时,闸瓦与制动轮表面应有 0.5~0.7 mm 的合理间隙。为此,铁心在吸合时,必须保证足够的吸合行程。在吸合时,为防止两铁心底部发生撞击,其间应留有适当间隙。吸合行程和两铁心底部间隙都可以按需要调整。

线圈工作温度一般控制在 60℃ 以下,最高不大于 105℃。线圈温度的高低与其工作电流有关。有关工作电流、吸合行程等参数在产品的名牌上均有标注。

② 制动臂。制动臂的作用是平稳地传递制动力和松闸力,一般用铸钢或锻钢制成,应具有足够的强度和刚度。

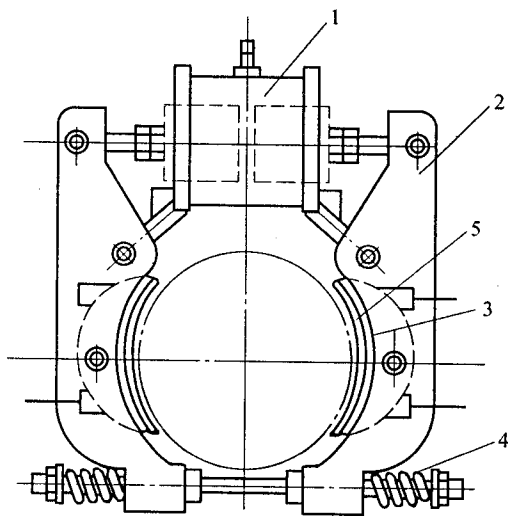


图 1.7 电磁制动器

1—电磁铁;2—制动臂;3—制动瓦;4—压缩弹簧;5—制动带