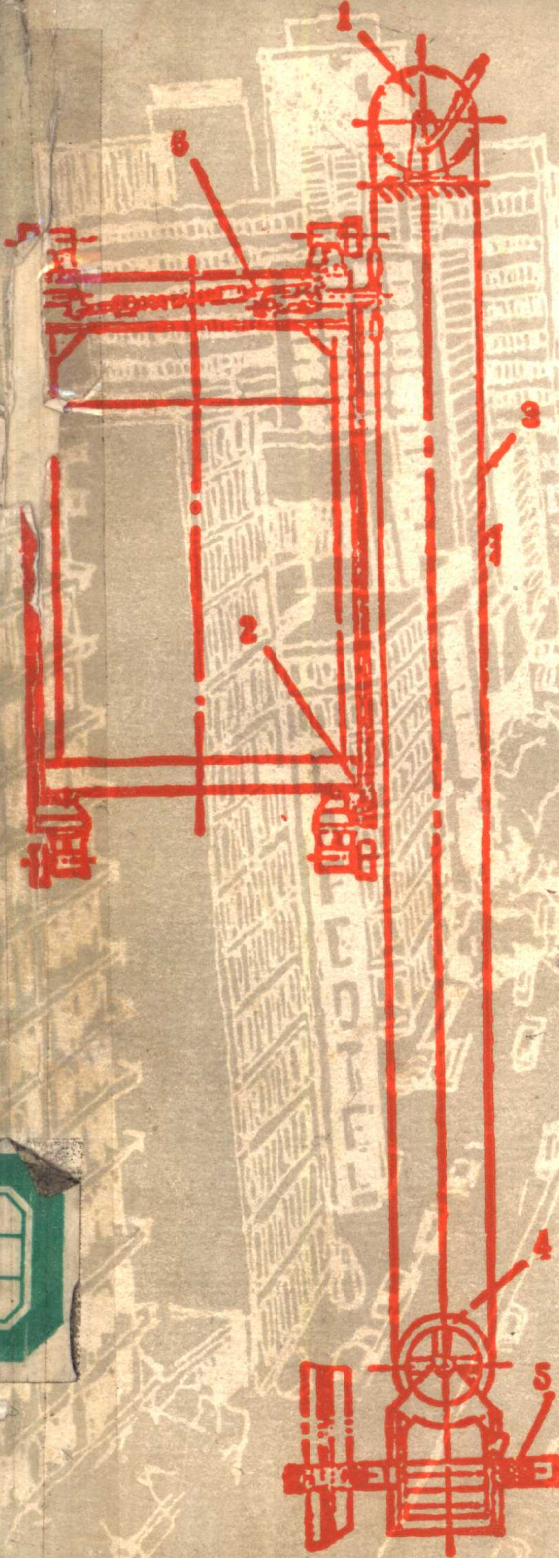


电梯技术

●原理 ●维修 ●管理

●史信芳 陈影 毛宗源 编 ●电子工业出版社



电 梯 技 术

- 原 理
- 维 修
- 管 理

史信芳 陈影 毛宗源 编

电子工业出版社

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了电梯的构造、工作原理、控制线路及维修管理技术。内容包括:电梯基本知识、曳引系统、轿厢、门系统、导向系统、重量平衡系统、电力拖动系统、电气控制系统、安全保护系统、电梯管理及安全使用与维修保养等。

本书适于从事电梯维修、管理、制造方面的人员阅读、也可供电梯设计人员参考,还可作为电梯专业管理、使用、维修人员的培训教材。也可供高校有关专业师生阅读。

电 梯 技 术

- 原理
- 维修
- 管理

史信芳 陈 影 毛宗源 编

责任编辑:龚兰方

*

电子工业出版社出版(北京海淀区万寿路)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京顺义李史山印刷厂印刷

开本:850×1168毫米 1/32 印张:19.5 字数:503千字

1989年5月第一版 1990年3月第三次印刷

印数:(5501-40500册 定价:8.50元

ISBN7-5053-0236-1/TN103

再 版 前 言

本书第一版取名《电梯原理与维修管理技术》，在出版后得到电梯界的重视和欢迎。经一些读者的热情建议，根据书的实际内容，现改名为《电梯技术》。在再版中，我们对书中存在的错漏作了修正，并适当增加了一些新的内容。

电梯是作空间垂直运行的交通工具，需要有高安全性，高可靠性和适应人体感觉特点的舒适感，这使其在设计、制造及使用、管理上都具有独特之处。近年来，我国的电梯使用与制造发展很快，已有数家电梯企业引进了国外先进制造技术，并已制造出一些高水平的电梯，但要形成我国自己的电梯技术理论，尚要作大量的工作。我们在编写本书时，力求内容上的系统与全面，并介绍了一些理论分析和计算方法，希望本书能成为符合社会需要的电梯技术读物，为开拓我国自己的电梯技术理论有所贡献。

限于我们的水平和见识、书中的错误在所难免，欢迎批评指正。

编 者

一九八九年元月

前 言

近年来，随着国民经济的发展，电梯的使用和生产在我国得到了飞跃的发展，并造就了一支日益壮大的电梯设计、制造、使用、维修和管理队伍。这支新兴的专业队伍，当前迫切需要掌握系统的电梯知识，以便更好地工作。《电梯原理与维修管理技术》一书，正是为了适应这种形势而编写的。它全面系统地介绍了电梯的构造、工作原理及维修管理技术，适合从事电梯维修、管理、制造方面的人员阅读。为满足较高文化程度的技术人员阅读，书中适当介绍一些理论计算的内容。

本书的作者，有的来自电梯制造企业，有的来自高等院校，他们对电梯具有丰富的实践经验和较高的理论水平。

广州电梯工业公司技术培训中心面向全国培训电梯专业技术人员，曾请作者以本书讲授，取得良好效果，证明本书是一本适用的培训教材。现公开出版，以飨读者。

广州市电梯工业公司
技术培训中心

编 者 的 话

电梯是一种机电合一的大型工业产品。它的种类繁多，结构复杂，形式各异，但其原理基本是相同的。为便于学习和掌握，本书采用了从原理入手，介绍常见典型结构的方法，以求达到观一斑而知全豹的目的。

本书的编写，得到了广州市电梯工业公司和华南理工大学自动化系有关领导的支持，还得到了许多同志的热情帮助。其中广州市电梯工业公司技术培训中心副主任姚椒同志，对本书的编写工作给予热情的关心和帮助；宛东湖同志为本书专门进行了门机运动计算，并提供了计算分析稿；林青同志为本书编写了选层器专节；广州医学院第二附属医院动力科彭程同志对本书维修章节提了宝贵意见，在此我们表示衷心感谢

本书机械方面的内容由郑时雄副教授审阅，电气方面的内容由黄启俊工程师审阅。限于我们的水平和见识，书中的错误在所难免，欢迎批评指正。

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 电梯的起源与发展	(1)
第二节 电梯的分类	(6)
第三节 电梯的基本结构	(13)
第四节 电梯基本知识	(20)
第五节 电梯的 引传动型式	(32)
第二章 曳引系统	(37)
第一节 概述	(37)
第二节 曳引机	(43)
第三节 钢丝绳与绳头组合	(84)
第三章 轿厢	(108)
第一节 轿厢的基本结构	(108)
第二节 轿厢的分类	(116)
第三节 轿厢的强度计算	(127)
第四节 轿厢的超载装置	(132)
第四章 门系统	(139)
第一节 电梯门的分类与一般结构	(140)
第二节 自动开门机	(149)
第三节 自动门锁与系合装置	(161)
第四节 厅门联动机构	(171)
第五节 厅门的门套与门安全装置	(178)
第六节 门的电气控制系统	(181)
第五章 导向系统	(194)
第一节 导轨	(195)
第二节 导靴	(209)
第三节 导轨架	(214)

第六章 重量平衡系统	(224)
第一节 对重	(225)
第二节 平衡补偿装置	(227)
第七章 电力拖动系统	(232)
第一节 概述	(232)
第二节 直流电梯的拖动控制系统	(233)
第三节 交流双速拖动系统	(291)
第四节 交流调压调速系统	(331)
第五节 变频变压调速系统	(360)
第八章 电气控制系统	(373)
第一节 概述	(373)
第二节 继电器控制线路	(375)
第三节 微型计算机电梯控制系统	(444)
第九章 安全保护系统	(478)
第一节 概述	(478)
第二节 限速器与安全钳	(479)
第三节 缓冲器	(495)
第四节 终端超越保护	(501)
第五节 电气安全保护系统	(504)
第十章 电梯管理	(513)
第一节 建筑物内电梯的设置规划与选用	(513)
第二节 井道与机房	(533)
第三节 电梯的竣工检查	(544)
第十一章 安全使用与维修保养	(577)
第一节 安全作用知识	(578)
第二节 电梯的维修保养	(581)
第三节 常见故障排除	(590)
附录 本书采用继电器、开关、按钮、选层器触头的代号	(600)
参考书目	(606)
补遗 第八章 第三节	(608)

第一章 概 论

电梯是随着高层建筑的兴建而发展起来的一种垂直运输工具。

多层厂房和多层仓库需要有货梯；高层住宅需要有住宅梯；百货大楼和宾馆需要客梯、自动扶梯……。在现代社会，电梯已象汽车、轮船一样，成为人类不可缺少的交通运输工具。

据统计，美国每天乘电梯的人次多于乘载其它交通工具的人数。当今世界，电梯的使用量已成为衡量现代化程度的标志之一。

第一节 电梯的起源与发展

一、起源与发展

追溯电梯这种升降设备的历史，据说它起源于公元前 236 年的古希腊。当时有个叫阿基米德的人设计出一种人力驱动的卷筒式卷扬机，安装在妮罗宫殿里，共有三台。这三台卷扬机被认为是现代电梯的鼻祖。其实，这种人力提升的卷扬机，我国早已有所使用，如在我国北方农村常见的水井绞车，就是我们的祖先早在公元前使用的一种人力卷扬机。

1858 年以蒸汽机为动力的客梯在美国出现，继而在英国又出现了水压梯。1889 年美国的奥梯斯电梯公司首先使用电动机作为电梯动力，这才出现了名副其实的电梯，并使电梯趋于实用化。

当时的电梯都是鼓轮式的（图 1-1-1）。鼓轮式电梯的主机

类似现在的卷扬机，钢丝绳的一端吊挂轿厢，另一端固定在绳鼓上，靠钢丝绳被卷绕或释放而使轿厢升降。这种电梯在运行时，钢丝绳不会出现打滑现象，但由于鼓轮不可能做得太长，而使钢丝绳的长度受到限制，电梯的行程不能太高。当时轻型的客梯最大提升高度不超过 46 米，而笨重的货梯行程很少超过 12 米，同时由于钢丝绳的根数不能太多，起重量也受到限制。

鼓轮式电梯在使用上也不安全，当上、下行程控制元件失灵，电梯超越顶层极限位置冲向楼板时，由于钢丝绳继续被绳鼓卷绕，轿厢就会撞击楼板，引起重大事故。由于鼓轮式电梯存在这个缺点，而使其在发展上受到限制。

1903 年在美国出现了曳引式电梯（图 1-1-2）。

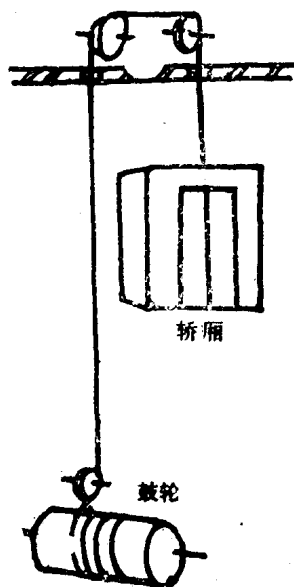


图 1-1-1 鼓轮式电梯

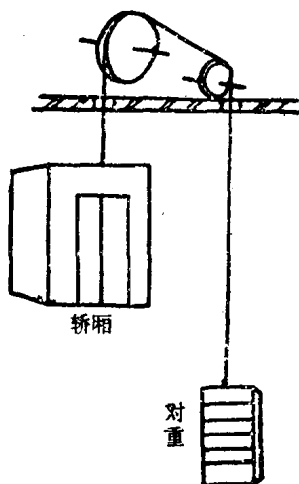


图 1-1-2 曳引式电梯

曳引式电梯以曳引轮取代了绳鼓。钢丝绳悬挂在曳引轮上，一端与轿厢连接，另一端与对重连接，曳引轮转动时，靠钢丝绳与绳轮间的摩擦带动轿厢运行。

曳引式电梯的特点是轿厢与对重作相反运动，一升一降，钢丝绳不需要缠绕，长度不受限制，根数也不受限制。这样使电梯的提升高度和载重量就得到了提高。

曳引式电梯是靠摩擦传动，当电梯失控冲顶时，只要对重被底坑中的缓冲器阻挡，钢丝绳与曳引轮绳槽间就会发生打滑，而避免发生撞击楼板的重大事故。由于曳引式电梯具有这些优点，因此得到发展，并一直沿用至今。

电梯所用的电动机最先全是直流的，靠电枢串联电阻来控制速度。后来发明了交流感应电动机，并于1900年被应用在电梯上，出现了交流电梯。交流电机先是单速的，不能满足电梯的要求，直至发明了交流双速电动机，交流电梯由于造价便宜而得到迅速发展。

1900年还出现了第一台自动扶梯，由美国奥梯斯电梯公司制造，在巴黎的世界博览会上展出。当时扶梯的梯级板是平的，踏板面用硬木制成。

电梯在动力问题得到解决之后，便转向电气控制及速度调节方面的研究，并获得迅速发展。1915年自动平层控制系统设计成功；1933年美国制造了6米/秒的高速电梯，安装在纽约的帝国大厦。

第二次世界大战后，电梯进入了高峰发展时期，新技术特别是电子技术，被广泛应用于电梯。

1949年出现了群控电梯，首批4~6台群控电梯在纽约的联合国大厦被使用。

1955年出现了小型计算机（真空管）控制的电梯。

1962年美国出现了速度达8米/秒的超高速电梯。

1963 年一些先进工业国制成了无触点半导体逻辑控制电梯。

1967 年可控硅应用于电梯，使电梯的拖动系统简化，性能提高。

1971 年集成电路被应用于电梯，第二年又出现了数控电梯。

1976 年微处理机（电脑）开始用于电梯，使电梯的电气控制进入了一个新的发展时期。

在近年，又出现了调频、调压高速交流电梯（VVVF），最高速度达 6 米/秒，从而又开拓了电梯电力拖动的新领域，结束了直流电梯独占高速领域的局面。

电梯发展至今日，已进入全面发展阶段：

在电气控制方面，大量使用微机；

在电梯操纵方面，出现了声控电梯；

在速度方面，出现了 10 米/秒以上的电梯；

在导向方面 正在研制无导轨电梯；

在牵引方面，出现了带状钢丝绳曳引及钢带曳引（研制阶段）；

在减振设计方面，利用聚氨基甲酸酯减振器代替传统的弹簧及橡胶减振器。

在完善电梯服务方面，发展出音响指层，有触觉操纵盘等以适应伤残人使用；

在品种方面，出现了高效率的双层电梯，大吨位的集装箱电梯，节省空间的螺旋扶梯等；

在电梯交通管理方面，发展了电梯交通分析理论。

现代的电梯不仅具有高度的科技性，还具有高度安全性。据有关资料介绍，国外有专家对电梯使用情况进行统计后发现，电梯每 8 亿 3 百万次运行才发生一次事故（指人身事故），如

按一台电梯每年运行 30 万次计算, 2777 年才会发生一次不幸事故, 结论是乘电梯比走楼梯要安全 10 倍。

二、国内外电梯使用与生产情况

1. 使用情况

在国外一些发达工业国, 电梯的使用已相当普遍。我国目前尚处于发展阶段, 这种情况可从表 1-1-1 的统计可见 (1985 年统计):

表 1-1-1 国内外电梯使用情况

国 家	现有电梯 (万台)	台/每万平方公里 ^①
日 本	22.7	6012
法 国	22	3991
美 国	45	481
苏 联	100	446
中 国	2 ^②	21

①未包括台湾。②1平方公里=1km²

近年来, 我国电梯事业有了迅速的发展。解放前全中国只有 2000 台电梯, 现在单广州市就已拥有 2000 台以上的电梯。据有关方面预测, 在第七个五年计划期间, 我国将平均每年增加 8000~10000 台电梯。在品种方面, 观光梯、住宅梯、液压电梯、自动扶梯等都开始得到普遍使用。

2、 国内外电梯生产情况

当今世界上最大的电梯生产企业是美国的奥梯斯电梯公司，该公司的产量约占全世界的 25%，其余如瑞士的迅达电梯公司，芬兰的柯尼电梯公司，也是有名的电梯制造企业。后起之秀的日本电梯制造业，以“日立”、“三菱”为代表，在国际上也有一定的声誉。

我国的电梯生产在解放前是空白，解放后才有了自己的专业电梯生产企业。近几年，随着国民经济的迅速发展，高层建筑的大量出现，我国的电梯制造业取得了突飞猛进的发展。据有关方面资料统计，目前已有数百家电梯生产企业，生产的电梯不仅在数量上能满足国内市场的需要，而且还开始打入国际市场。特别是近几年来，国内一些主要电梯生产企业相继引进国外先进技术，使我国的电梯生产水平和能力都出现了飞跃，已能生产具有 80 年代先进水平的电梯。

在国内，目前具有影响力的电梯企业有广州市电梯工业公司、天津奥梯斯电梯公司、中国迅达电梯公司等，其中广州电梯工业公司引进了日本“日立”电梯技术，目前已大批量生产“广日”牌电梯。

第二节 电梯的分类

电梯可从不同角度进行分类。

一、按用途分

(1) 乘客电梯 为运行乘客而设计的电梯。有完善的安全装置。

(2) 载货电梯 又称货物电梯。主要为运送货物而设计的，通常有人伴随，有必备的安全装置。

(3) 客货电梯 主要用作运送乘客，但也可运送货物。它与乘客电梯的区别在于轿厢内部装饰结构不同。

(4) 病床电梯 为运送病床而设计的电梯。具有轿厢长而窄的特点。

(5) 住宅电梯 供住宅楼使用的电梯。一般采用下集选控制方式，轿厢内部装饰较简单。

(6) 杂物电梯又称服务电梯。供图书馆、办公楼、饭店运送图书、文件、食品等，但不允许人员进入电梯。结构简单，无乘人必备的安全装置。

(7) 船舶电梯 用于船舶上的电梯。能在船舶摇晃中正常工作。

(8) 观光电梯 轿厢壁透明，供乘客观光之用。

(9) 车辆电梯 用作运送车辆的电梯。轿厢较大，有时无轿厢顶。

(10) 自动扶梯 电梯产品的一个分支，与地面成 $30^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 倾斜角，具有很高的输送能力。

(11) 其它 除了上述常见电梯外，尚有冷库电梯、防爆电梯、建筑工程电梯、自动人行道、斜行电梯、矿井电梯等各种专门用途的电梯。

二、按速度分

电梯无严格的速度分类，在我国一般有如下的区分方法，

(1) 低速电梯 速度不大于 1 米/秒的电梯。

(2) 快速电梯 速度大于 1 米/秒，低于 2 米/秒的电梯。

(3) 高速电梯 速度在 2 米/秒以上的电梯（包括 2 米/

秒)。

三、按拖动方式分

(1) 交流电梯 曳引电动机是交流电机。当电机是单速时，称交流单速电梯。速度一般不高于 0.5米/秒。

当电机是双速时称交流双速电梯。速度一般不高于 1 米/秒。

当电机具有调压调速装置时，称交流调速电梯。速度一般不高于 1.75 米/秒。

当电机具有调压调频调速装置时，称交流调频调压电梯，简称 VVVF 控制电梯，速度可达 6 米/秒。

(2) 直流电梯 曳引电动机是直流电机。

当曳引机带有减速箱时，称直流有齿电梯。速度一般不高于 1.75 米/秒。

当曳引机无减速箱，由电动机直接带动曳引轮时，称直流无齿电梯。速度一般高于 2 米/秒。

(3) 液压电梯 靠液压传动的电梯，分为柱塞直顶式和柱塞侧置式两种。

柱塞直顶式——油缸柱塞直接支撑轿厢底部，使轿厢升降的液压电梯（图 1-2-1）。

柱塞侧置式——油缸柱塞设置在井道侧面，借助曳引绳，通过滑轮组与轿厢连接，使轿厢升降的液压电梯（图 1-2-2）。

(4) 齿轮齿条式电梯 齿条固定在构架上，电动机-齿轮传动机构装在轿厢上(2~3套)，靠齿轮在齿条上的爬行来驱动轿厢（图 1-2-3），一般为工程电梯。

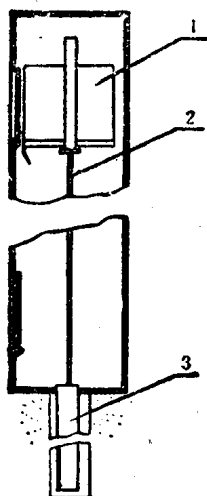


图 1-2-1 柱塞直顶式液压电梯

1—轿厢; 2—柱塞; 3—油缸

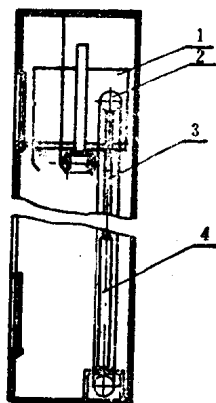


图 1-2-2 柱塞侧置式液压电梯

1—轿厢; 2—绳轮; 3—柱塞; 4—油缸

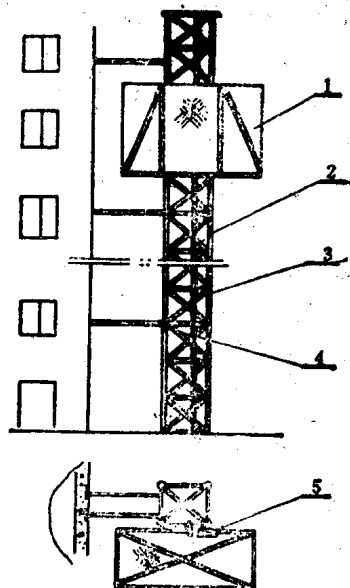


图 1-2-3 齿轮齿条式电梯

1—轿厢; 2—构架; 3—齿条; 4—拉杆; 5—电动机