

第2版

电梯基本原理 及安装维修全书

何峰峰 编著

DIANTI JIBEN YUANLI JI ANZHUANG WEIXIU QUANSHU



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电梯基本原理及安装维修全书

第2版

何峰峰 编著



机械工业出版社

本书是作者多年来从事电梯设计、制造、安装、维修实践及技术培训工作经验的总结。

本书比较系统地叙述了电梯的工作原理和运行工艺、安装工艺、调试方法和技术验收规范、维修保养及常见故障分析和检查方法,远程集中监控基本知识。

本书主要内容包括:电梯概述;电梯曳引的基础知识;电梯的主要机械部件;电梯的电力驱动基础知识;电梯的主驱动控制系统;电梯的电气自动控制系统;电梯安装与调试;电梯的安全使用及其操作方法;电梯的维护及故障排除。

本书可作为电梯专业技术培训教材,同时可作为电梯安装、维修保养人员及相关技术人员的培训参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电梯基本原理及安装维修全书/何峰峰编著. —2 版.

—北京:机械工业出版社,2009.1 (2009.7 重印)

ISBN 978-7-111-08610-9

I. 电… II. 何… III. ①电梯-安装②电梯-维修

IV. TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 162361 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:吉玲 责任编辑:吉玲 顾谦 版式设计:霍永明

责任校对:张晓蓉 封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

三河市国英印务有限公司印刷

2009 年 7 月第 2 版第 2 次印刷

184mm×260mm·31.75 印张·995 千字

3001—5000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-08610-9

定价:59.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国社会主义市场经济的不断发展,人民的物质供给和需求得到迅速提高,各地高厦屋宇比肩林立,大楼馆所不断兴建。故而,作为建筑物的垂直交通工具——电梯,在其总产量和保有量日益增长的同时,确保其能符合安全规范、投入正常运行的前提要素便日益凸显。在我国参与电梯制造、营销、安装和维修保养的从业人员约近千万,加上管理、检验和研发的专业人员和搭乘使用的大众群体则数以亿计。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,就必须要了解电梯、熟悉电梯,会管理电梯、监控和维护电梯。

综观电梯控制和驱动系统技术的发展,它是由简单到繁复,再由繁复回归到“高质量的简单”;它由继电器、接触器控制到半导体分立器件逻辑控制,再到微电脑(计算机)控制;由交流单速到交流变速,再由直流调压调速到交流调压调速,然后到变压变频调速驱动;由低速($\leq 1\text{m/s}$)到中速($\leq 1.75\text{m/s}$),再由快速($< 2.5\text{m/s}$)到高速($< 10\text{m/s}$),最后发展到超高速($\geq 10\text{m/s}$);划出了一条螺旋式上升和不断创新、不断改良、不断完善的变革轨迹。毫无疑问,微电脑和变压变频调速技术的应用,使电梯的控制和驱动攀登到了一个崭新的高峰。

本书是作者数十年来从事电梯设计、制造、安装、调试、维修、改造和技术培训工作的经验总结。为了便于读者自学与领会,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。

本书的第1版在原由李秧耕高级工程师主编,吕金宝高级工程师、夏培青工程师、何乔治讲师参编的“电梯结构及其安装维修”培训资料的基础上,由何乔治讲师、何峰峰工程师,根据电梯新国家标准要求进行修改编写,并由同济大学周国兴教授、上海电梯技术培训中心张百令高级工程师进行审稿,于2001年7月出版发行。承蒙读者厚爱,多次重印,令编著者深受鼓舞。令人叹惜的是本书第1版编著者之一的李秧耕高级工程师和何乔治讲师先后染疾辞世,使电梯业界失去了不可多得的良师益友。但是,人们不会忘却他们为中国电梯事业的发展所作出的杰出贡献,不会忘却他们为中国电梯技术的进步所创立的里程碑式的典范。

为了加强电梯的安全规范和安全监察,进一步提高和控制电梯的产品质量,2003年2月19日国务院第68次常务会议通过了自2003年6月1日起施行的《特种设备安全监察条例》,2003年6月16日国家质量监督检验检疫总局发布了GB 7588—2003《电梯制造与安装安全规范》,并于2004年1月1日实施。基于此,由何峰峰高级工程师做第一次修订。在第1版的基础上,根据电梯的新条例、新标准、新技术、新发展,对本书进行增删修正和补充完善,并由中国迅达电梯有限公司上海电梯厂韦益清高级工程师和上海佳和电梯有限公司徐昌秀高级工程师进行第2版的审稿。

电气图形符号新标准 GB/T 4728 和文字符号 GB 7159—1987（2005 年已废止，但在无新标准衔接前，目前仍普遍采用）虽已实施，但电梯行业尚未完全贯彻。鉴于技术传统和产品的连续性，为便于安装维修工程人员的比照使用，本书的图形符号仍部分采用新标准，部分沿用生产厂家的随机文件版本，而文字符号亦是部分延续使用制造商家的编撰偏好，部分应用新版本图标进行整理加工。

在编写和修订过程中，囿于水平的限制，资料的偏缺，书中的不足之处在所难免，在此恳请读者、同行和专家们批评指正。

编著者

绪 论

自从我国实行改革开放政策以来,随着技术的进步和经济的发展,全国各地高层建筑不断涌现、比比皆是,作为高楼大厦的垂直交通工具——电梯,其普及率相应提高,需求量日益增长。各种类型、规格繁多的电梯已在各楼堂馆所、商住厦宇内投入使用和穿梭运行。在我国参与电梯制造、营销、安装和维修保养的从业人员约近千万,使用和管理人员则数以亿计。因此,为了确保电梯正常运行、安全使用,为了提高从业人员的职业素质和操作技能,就必须要了解电梯、熟悉电梯、管理电梯、维护好电梯。

一、电梯的定义及发展概况

电梯是服务于规定楼层的固定式升降设备。它具有一个轿厢,运行在至少两列垂直的倾斜角小于 15° 的刚性导轨之间。轿厢尺寸与结构形式便于乘客出入或装卸货物。它适用于装置在两层以上的建筑内,是输送人员或货物的垂直提升设备的交通工具。

追溯电梯这种提升设备的历史,早在公元前我国就有利用人力作动力的简单提升设备,直到现在我国北方部分农村仍用手摇辘轳提取井水的升降提水装置,所以说,我国是世界上最早出现这种提升设备——电梯雏形的国家之一。

1765年瓦特发明了蒸汽机,把它作为提升设备的动力是在1858年,首次应用于美国纽约市的一台客梯上。接着阿姆斯特朗发明的水压梯替代了蒸汽机梯。随着科技的发展,新的动力设备不断出现并替代了旧的动力设备,例如用液压泵和液压控制阀等。

法拉第于1831年发明发电机后50年,美国率先采用直流电动机作为电梯升降的驱动单元,并为今天的电梯发展奠定了基础。1903年美国生产了不带减速器的无齿轮高速电梯,并把卷筒式传动改进为曳引槽轮式传动,从而为今天高层的大行程电梯奠定了基础。在动力问题得到解决之后,美国着手研制电气控制及速度调节等方面课题,并获得成功。1915年美国成功设计了自动平层控制系统以及高速电梯(6m/s)。

随着电子和机电一体化工业的发展,新技术、新产品不断用于电梯的控制和拖动系统,如门极关断(GTO)晶闸管、IGBT(绝缘栅双极型晶体管)、IGPT(自我保护型功率晶体管)和IPM(智能功率模块)等的应用;大规模集成电路和数字通信技术的应用;微电脑(计算机)和创新的大梯群集中调度控制的应用;矢量转换控制和直接转矩控制方式变压变频(简称VVVF)驱动技术的应用;永磁同步电动机与无/小机房电梯的开发应用等使电梯的拖动系统大大简化、产品质量大大提升、可靠性能大大增强。

二、我国电梯发展状况

我国电梯事业起步较晚,但发展较快。1952~1954年先后在上海、天津、沈阳建立了三家电梯制造厂,并先后成立了有关科研单位,独立自主制造各类电梯产品,如交流货梯、客梯,直流快速、高速客梯等。并用我国自己生产的电梯产品装备了人民大会堂、北京饭店等。20世纪60年代开始批量生产自动扶梯和自动人行道,用我国自己生产的自动扶梯装备了北京地铁车站,用我国自己生产的自动人行道装备了北京首都国际机场。

随着我国对外开放、对内搞活经济的政策深入贯彻落实,我国吸取和引进了国外先进的电梯技术、先进的电梯制造工艺与设备、先进的科学管理,使我国电梯工业又取得了巨大发展。产品连续多年成倍增长,产品质量和整机性能明显提高。为了进一步推动和发展电梯工业,在上海、北京、天津、广州等地先后建立了中外合资电梯制造公司,使电梯的控制和驱动技术达到了国际先进水平,并先后向市场推出了一批耗能小、效率高、速度快、平层和舒适感好的交流调速电梯、直流高速电梯(包括机群控制电梯)。为了进一步提高和控制产品质量,近年来颁布了一批具有国际水平的电梯标准,使各制造厂家用新标准去更新、设计电梯产品,加强了管理,促进了电梯工业的新发展。

进入 21 世纪后,我国成为了世界电梯制造和需求大国。世界上绝大多数品牌电梯制造商都在我国建立了独资或合资企业,可喜的是具有我国民族品牌的电梯也占据了一定的市场份额。毫无疑问,伴随着科学发展观和小康社会的建立实现,我国庞大的电梯市场必将激励电梯质量的进步,必将促进电梯技术的创新。

在控制技术方面,从手柄开关控制发展到按钮信号控制、并联集选控制和多台电梯群控管理控制;从继电器-接触器/半导体分立器件的触点/集成逻辑电路,发展到单片或网络计算机(电脑)系统控制;从交流变极调速(AC-2),到直流调压调速(G-M/SGR-M),到交流调压调速(ACVV),再到矢量转换式的变压变频调速(VVVF)。

微电脑(或称微处理机)在电梯控制系统中得到了广泛的应用,从而代替和淘汰了传统的数量众多的继电器、接触器、半导体分立器件控制系统。微电脑电梯的特点有:运行可靠、故障率低、耗能少;控制屏(柜)体积小,从而机房的面积可相应减小;维修方便,设备投资费用低。借助于电脑,实现了带矢量转换的变压变频(VVVF)交流调速高速电梯的技术革新和推广使用。为了提高电梯的运行性能,推出了交流异步电动机、低转速直流电动机、交流变频式专用电动机和交流永磁同步电动机,以便适应电梯要求的四象限运行工作的状态及性能;除了传统的蜗轮副曳引机外,还开发出斜齿轮、行星齿轮和无齿轮曳引机;由此,提高了电梯运行的可靠性、平稳性,使乘坐电梯的舒适感更好。

在电梯速度方面,由 0.25m/s 发展到 0.5~1.0m/s 的交流双速电梯;由 1.5~2.0m/s 的快速电梯发展到 2.5m/s 的直流高速电梯;还有 1.0~4.5m/s 的交流变压变频调速电梯。

在电梯品种方面,除了常有的货梯、客梯外,还开发和生产出了双层轿厢电梯、观光电梯、住宅(别墅)电梯、小机房和无机房电梯。

在材料和装饰方面,特别在电梯的机械部件、控制器、操纵盘、轿厢及其附属件上使用了新颖轻质环保材料,使其在提高性能的同时更便于操作,并能减少安装费用和节省空间。电梯轿厢的装饰亦日趋豪华和更具人性化。

三、电梯的运行工作情况

电梯在垂直运行的过程中,有起点站也有终点站。对于三层以上建筑物内的电梯,起点站和终点站之间还设有停靠站。起点站设在一楼,终点站设在最高楼层,设在一楼的起点站常被称为基站。起点站和终点站称为两端站,两端站之间的停靠站称为中间层站。

各层站的层外设置有召唤箱,箱上设置有供乘用人员召唤电梯用的召唤按钮或触钮。一般电梯在两端站的召唤箱上各设置一只按钮或触钮,中间层站的召唤箱上各设置两只按钮或触钮。对于下集选无司机控制的电梯,在各层站的召唤箱上均设置一只按钮或触钮。而电梯(杂物电梯除外)的轿厢内都设置有操纵箱,操纵箱上设置有手柄开关或与层站对应的按钮或触钮,供司机或乘用人员控制电梯上下运行。召唤箱上的按钮或触钮称层外指令按钮或触钮,操纵箱上的按钮或触钮称轿内指令按钮或触钮。层外指令按钮或触钮发出的层电信号称层外指令信号。轿内指令按钮或触钮发出的电信号称轿内指令信号。

作为电梯基站的厅外召唤箱,除设置一只召唤按钮或触钮外,还设置一只钥匙开关,以便上下班开启或关闭电梯时,司机或管理人员把电梯开到基站后,可以通过专用钥匙扭动该钥匙开关,把电梯的层轿门关闭妥当。

电梯的运行工作情况和汽车有共同之处,但是汽车的起动、加速、停靠等全靠司机的控制操作,而且在运行过程中可能遇到的情况比较复杂,因此汽车司机必须经过严格的培训和考核。而电梯的自动化程度比较高,一般电梯的司机或乘用人员只需通过操纵箱上的按钮或触钮向电气控制系统下达一个指令信号,电梯就能自动关门、定向、起动、加速,在预定的层站平层停靠开门。对于自动化程度高的电梯,司机或乘用人员一次还可下达一个以上的指令信号,电梯便能依次起动和停靠,依次完成全部指令任务。

尽管电梯和汽车在运行工作过程中有许多不同的地方,但仍有许多共同之处,其中乘客电梯的运行工作情况类似于公共汽车,在起点站和终点站之间往返运行,在运行方向前方的停靠站上有顺向的指令信号时,电梯到站能自动平层停靠开门接乘客。而载货电梯的运行工作情况则类似于卡车,执行任务为一次性

的,司机或乘用人员控制电梯上下运行时一次只能下达一个指令任务,当一个指令任务完成后才能再下达另一个指令任务。在执行任务的过程中,从一个层站出发到另一个层站时,假若中间层站出现顺向指令信号,一般都不能自动停靠,所以载货电梯的自动化程度比乘客电梯低。

四、各类电梯介绍

(一) 有司机的交流双速电梯

该类电梯是用作运送货物,也可用作运送乘客的载货电梯。它与客梯的区别在于轿厢内装饰结构不同,该电梯在轿厢内设有专职司机操作,要求上升或下降时司机将轿内操作箱上的手柄开关按照需要的方向转到极限位置,这时层门和轿厢门就自动关闭,电梯随即起动向(或向下)行驶。在行驶中司机应记住乘客报出的停站层楼,并随时注意轿厢召唤灯上出现的信号以及轿厢所经过的层楼,以便决定电梯轿厢即将停靠的层楼。当轿厢到达所要求停靠的层楼前适当高度(平层区)时,司机应预先将手柄开关返回到零,电梯就自动地从快速降低到慢速,并在慢速运转下自动停止在楼面水平上。轿厢停止后,轿门和层门自动开启。该电梯控制电路的主电力驱动是采用交流双速笼型异步电动机驱动,具有成本低、使用维修方便等特点。

(二) 有司机信号的交流双速电梯

该类电梯是用作运送乘客,也可用作运送货物的客货电梯。它是一种由专职司机操作的继电器控制交流电梯。该类电梯由三相交流电动机驱动,电动机具有6极绕组和24极绕组,分别用于电梯的快速和慢速运行。该电梯在底层和顶层分别设有一个向上或向下的召唤按钮,而其他层站各设有上、下召唤按钮两个。轿厢操作屏上则设有与停站数相等的相应指令或选层按钮。司机依照进入轿厢乘客所报出的层站按下选层按钮,指令信号被登记。当等待在厅外的乘客按下召唤按钮时,操作箱上的召唤灯燃亮,司机根据燃亮的顺向召唤灯按下选层按钮使召唤信号被登记。电梯从基站向上行程中按登记好的信号逐一给予停靠,直至到达这些信号登记的最高层站为止。然后司机依照轿厢内乘客的向下指令和点亮的向下召唤灯按下选层按钮使这些信号被登记,于是电梯在向下的行程中便逐一停靠,每次停靠时电梯自动进行减速、平层开门。电梯停靠开门后,必须由司机按下向上或向下的起动按钮,电梯才能关门再起运行。

(三) 有/无司机交流集选电梯

该类电梯用作运送乘客,是一种可自动或由专职司机操作的继电器控制交流集选电梯,可实现单台或两台电梯的并联运行。该类电梯由三相交流电动机驱动,电动机具有6极绕组和24极绕组,分别用于电梯的快速和慢速运行。该类电梯在顶层或底层分别设有一个向上或向下的召唤按钮,在其他层站设有上、下召唤按钮两个(集选控制)或一个向下召唤按钮(向下集选控制),轿厢操作屏上则设有与停站数相等的相应指令按钮。当指令信号或召唤信号被登记后,电梯将根据已登记的信号选择运行方向,并逐一给予停靠,直至顺向登记的最高(或最低)层站信号完毕。然后又以反向运行,并逐一停靠。每次停靠时,电梯自动进行减速、平层开门,假如无工作命令,轿厢则停留在最后停靠的楼层或返回基站。

(四) 有/无司机直流高速电梯

该类电梯可由乘客或司机选择操作。电力驱动采用带有测速发电机速度反馈的晶闸管励磁直流发电机-电动机系统。提升机构为不带减速箱而直接由慢速电动机驱动的空齿曳引机(高速梯)。高速梯适用于提升高度在100m以下、速度为2m/s以上的用途。该电梯根据厅外的召唤信号或轿内的指令信号能自动定向、关门、起动,到达停靠层时又能自动减速平层、停车、开门。由于电梯从起动开始直到停车始终是一个闭环调速系统,因此具有良好的起制动舒适感。该电梯的电气线路设计成熟,使它具有安全可靠保证,并根据用户需要,可增加各种不同的附加功能。该电梯设备工程造价高,占用机房面积大,电刷需经常更换和维修,拖动和控制系统比较复杂,维修困难,运行中噪声大,对井道和机房的需求高,尤其能量损耗大,效率低是系统的致命弱点。

(五) 交流调速电梯

将交流调速技术应用于电梯之中,于是开发了异步电动机交流调压(即ACVV)调速电梯、异步电动机交流变压变频调速电梯和同步电动机变频调速电梯三种。前者的系统有:分立元件和继电器组成的控制

系统；后两种为以微型计算机为主的控制系统。继电器控制或单片机控制的交流调速电梯输送能力强、效率高、运行周期短、耗能少、运行平稳、舒适感好、噪声低、操作可靠、停层精确度高，它是更新陈旧电梯设备的理想系统。交流调速电梯的驱动系统采用一种可调式的三相驱动装置，其工作原理为：利用数字测距装置，并经数/模转换器等储存控制曲线（已给定运行参数）于存储器中，而实现按距离起动和制动，并可根据与实际反馈信息比较后的参数（即电梯的负载和运行方向等因素），通过调节印制电路板和功率放大装置进行晶闸管调压调速或在慢速绕组中的直流能耗制动或两者同时并存。这样才能保证电梯的起动、制动运行有良好、舒适的运行特性。

为了克服电梯在起动瞬间的静摩擦和在最高（或最低）层时的“倒拉”现象，该系统还设置了“起动阀”环节，以保证在乘客毫无知觉的情况下极舒适地起动和停车。由于系统的优良性能和高分辨的测距，不仅可使运行舒适，而且还具有了十分高的平层精度。

交流变频调速电梯的特点如下：

（1）能源消耗低 异步电动机的速度与供电频率有关。在起动期间，电动机电流随频率和速度的增加而增加，并以最小转差运行，对每种速度都可获得最佳效率，能够节约能量达45%。因电动机产生的热量相当小，故在机房内不需要专用的通风降温系统，没有额外的能量损耗。

（2）电路负载低，所需紧急供电装置小 在加速阶段，所需起动电流小于2.5倍的额定电流，且起动电流峰值时间短，由于起动电流大幅度减小，故功耗和供电电缆线径可减小很多，所需的紧急供电装置的尺寸也比较小。

（3）可靠性高，使用寿命长 具有先进的半导体变频器把交流变换成直流，再把直流逆变成电压幅度和频率可变的交流，由于元器件性能可靠、工艺先进、经久耐用，在系统中电动机转速的调节不会增加电动机的发热，而且还能减小电动机的应力，使电梯运行性能非常可靠，延长了使用寿命。

（4）舒适感好 在整个运行过程中，其驱动系统具有良好的调节性能，故乘客乘坐电梯舒适感极好。电梯运行是跟随最佳给定的速度曲线运行的，其特性可适应人体感受，并保证运行噪声小、制动平稳。

（5）平层精度高 采用现代传感技术和数字软件控制系统，在整个运行期间准确地给位置信号加上精确地按楼层距离直接停靠的调节系统。在VVVF控制系统中，其直接停靠由PC、变频器、曲线卡三个方面组成。曲线卡的输入信号有起动信号、转换信号；输出信号有运行信号、总控信号、转换应答信号。曲线卡在接收到起动信号时，给变频器一条运行曲线，输出运行信号，电梯开始运行；在收到换速信号时，给变频器调节装置一条减速曲线；当到达停车位置时，曲线卡撤消运行信号，电梯即直接停靠楼层平面，完成一次运行，故使电梯在每个楼层都能准确平层，便于乘客进出，保证不会绊倒。

（6）运行平稳无噪声 在轿厢内、机房内及邻近区域内确保噪声小。因为，其系统中采用了高时钟频率，始终产生一个不失真的正弦波供电电流，电动机不会出现转矩脉动，因此，消除了振动和噪声。

直流调速方式有G—M调速、相位控制调压调速和斩波控制（PWM）调压调速等不同的电气驱动技术。其调速系统的变流方式与交流调速的变流方式有所不同，如表0-1所示。

表 0-1 各种调速系统的变流方式

调 速 方 式	一 次 变 流	二 次 交 流	三 次 变 流
直流电动机 G—M 系统	机械	机械	—
直流电动机相控调速系统	电子	机械	—
直流电动机 PWM 系统	电子	电子	机械
交流电动机“交-直-交”变频系统	电子	电子	—
交流电动机“交-交”变频系统	电子	—	—
交流电动机调压系统	电子	—	—

上述仅需一次变流的最后两种调速方式,由于不能达到很宽的调速范围和很好的性能,故只能在有限的场合中适用。其他四种调速方式,都可以达到很高的性能,因此在高性能的电梯中得到了广泛的应用。但当采用直流电动机系统时,不管采用何种方式都必须进行机械变流,显然,这就是直流电动机的致命缺陷,是直流电动机最终将被交流电动机替代的根本原因。

五、电梯远程(集中)监控探讨

随着经济高速发展、人民生活水平逐步提高、住宅楼群林立,电梯普遍应用,故对电梯的性能与质量要求愈来愈高。电梯厂商为了确保售后服务,一方面提高产品性能与质量,另一方面加强维护保养的技术措施,利用电脑网络集中监控,既能了解用户电梯运行工作状态,又能及时排除故障。现将各厂商的远程监控动态列出以供参考。

(1) 远程监控系统1 由现场信号采集/发送子系统、信号传输子系统、监视中心子系统三大环节组成。信号的采集直接来自电梯控制柜中心电脑 CPU,各个电梯(现场)之间或与监视中心的联系通过公用电话网进行传送。

该系统能起到电梯紧急故障时应答远程电梯内受惊人员的询问,查询紧急状态的电梯的有关信息;非定期的特定需求的电梯数据查询请求;根据初步的故障分析各现场工程服务人员调配情况,统一调度管理安排工程技术人员赴现场维修服务。

(2) 远程监控系统2 由故障自动发报、安抚语音播放、双方直接通话、远距离保养诊断和维修人员跟踪的信息管理以便故障时就近出动处理等环节组成。设有一个以电脑为核心的中央监控中心,以达到24h全天候联网监控。受信息情报勤务指挥,与受困乘客直接通话,并提供情报分析及维修技术支持。

该系统仍通过公用电话网络通信联系。其特点是通过电脑自动侦查检测,预先报知故障可能发生的消息,能事先捕捉各个机械、电气部件的细微异常变化,针对异常紧急程度,提示各网点维护人员实施合适而确切的维修保养法则,以达到防患于未然的境界。

(3) 远程监控系统3 该系统不仅有电梯监控,而且还有大楼智能集中监控系统,将大楼的电梯、扶梯、水泵、空调等设备集中监控起来。它有上述各项性能系统,因此是十分经济的监控系统。

综上所述,什么是现代化电梯的机电操控模式呢?或者说构成现代化电梯的条件是什么呢?那就是使用了多微机(电脑)数字化的变压变频矢量转换的调速技术,使用了多微机(电脑)数字化的串/并行优选网状通信数据处理的控制技术,使用了超导磁控纳米材料高可靠性的异形曳引技术,使用了极其合理、极其省料、极低噪声、极低能耗、极具效率和极具环保的新颖传动技术。它是实现人性化的起/制动态分配、随机反馈补偿、出错瞬时校正、优质直接停靠的闭环调制技术,实现了智能化的人机信息互补、信号综合分析、负载精确计量、候梯人组预知、模糊无序运筹的梯群调度技术,实现了最佳化的无接触式转控、数字显型选层、变频直线门机、宽带联网预警的操纵调节技术。

目 录

前言

绪论 1

- 一、电梯的定义及发展概况 1
- 二、我国电梯发展状况 1
- 三、电梯的运行工作情况 2
- 四、各类电梯介绍 3
- 五、电梯远程(集中)监控探讨 5

第一章 电梯概述 6

第一节 电梯的基本分类 6

- 一、按用途分类 6
- 二、按驱动系统分类 6
- 三、按曳引机有无减速箱分类 7
- 四、按有无司机分类 7
- 五、按操纵控制方式分类 7

第二节 电梯的主要参数及规格尺寸 9

- 一、电梯的主要参数 9
- 二、我国有关标准对电梯主要参数和规格尺寸的规定 9

第三节 电梯的主要组成部分及其安装部位 10

- 一、电梯机房里的主要部件 10
- 二、电梯井道里的主要部件 10
- 三、轿厢上的主要部件 11
- 四、电梯层门口的主要部件 12
- 五、装在其他处的部件 12

第四节 电梯与建筑物的关系 12

- 一、GB/T 7025.1~7025.3—1997 中的规定 12
- 二、电梯土建技术要求 18

第二章 电梯曳引的基础原理 22

第一节 曳引式提升机构 22

- 一、曳引式电梯提升机构的优越性 22
- 二、常见的曳引传动结构 22
- 三、特殊的曳引传动结构 24
- 四、无机房电梯的曳引传动结构 24

第二节 电梯的曳引能力 25

- 一、曳引系数 25

- 二、保证电梯正常工作的曳引条件 26

- 三、电梯的最大曳引能力 29

- 四、允许的轿厢最小自重 29

第三节 提高电梯曳引能力的途径 30

- 一、增加摩擦系数 f 30
- 二、增大包角 32
- 三、增加轿厢自重 34
- 四、合理地选择补偿链或补偿绳装置 35

第四节 曳引系统 37

- 一、曳引机 37
- 二、曳引机制动器的工作特点及制动力矩的确定 41
- 三、曳引轮材料及结构设计要求 46

第三章 电梯的主要机械部件 47

第一节 电梯曳引机结构 47

- 一、曳引减速机结构概况 47
- 二、曳引机的防振和消声 51

第二节 曳引钢丝绳及其均衡受力装置 53

- 一、电梯曳引钢丝绳的特点 53
- 二、曳引钢丝绳直径及根数的选择 55
- 三、曳引钢丝绳的端接装置 58
- 四、曳引钢丝绳均衡受力装置 58

第三节 轿厢、轿门、层门、开关门机构、门锁 62

- 一、轿架和轿厢 62
- 二、电梯门 77
- 三、开关门机构 87
- 四、层门门锁与轿门门刀 95
- 五、门的传动结构 102

第四节 机械安全装置 107

- 一、机械安全装置及轿厢上行超速保护装置工作概况 107
- 二、限速器 111
- 三、安全钳 115
- 四、缓冲器 118

第五节 导轨、导靴、对重 122

- 一、导轨 122
- 二、导靴 128

三、对重	129	一、电梯主驱动系统的种类及特点	161
第四章 电梯的电力驱动基础	132	二、电梯主驱动控制系统的发展过程	161
第一节 概述	132	第二节 电梯驱动系统的运行工艺过程	162
一、电梯电力驱动系统的定义及构成	132	一、一般载货电梯的运行工艺过程	162
二、电梯电力驱动系统的发展历史	132	二、一般交流乘客电梯（或客货两用的 服务电梯）的运行工艺过程	162
三、电梯电力驱动系统的特点和要求	133	三、交流调速电梯的运行工艺过程	163
第二节 电梯电力驱动的动力学基础	134	四、直流高速乘客电梯的运行工艺 过程	163
一、电梯负载的特点	134	第三节 理想的运行曲线及恰当的加速起动 与减速制动	164
二、电梯系统的运动方程式	134	一、理想的运行曲线	164
三、电梯传动系统的转动惯量及其在 系统中的影响	135	二、理想的分速度运行曲线选择	165
四、电梯系统 GD^2 的计算	137	第四节 普通交流电梯的主驱动控制 系统	166
第三节 电梯曳引电动机的机械特性与 传递函数	139	一、交流单速电梯的主驱动系统	167
一、基本概念	139	二、交流双速电梯的主驱动系统	168
二、机械特性曲线	139	三、交流多速电梯的主驱动系统	168
三、电梯曳引电动机的机械特性 方程式	140	第五节 直流快速电梯的主驱动控制 系统	169
四、电梯在起动、制动时的曳引电动机 机械特性	142	一、传统的（开环）直流快速电梯主驱动 系统	169
五、异步电动机的传递函数	146	二、晶闸管励磁的直流快速电梯主驱动 系统	170
第四节 电梯主驱动系统的速度调节	148	三、直流快速电梯的其他主驱动系统 形式	171
一、电梯主驱动系统速度调节的基本 概念	148	第六节 交流调速电梯的主驱动控制 系统	172
二、直流曳引电动机的转速调节方法及 评价	148	一、概述	172
三、交流电动机的转速调节及评价	150	二、变极对数和变电压的驱动调速 系统	174
四、电梯曳引电动机速度调节的综合 评价	151	三、动力制动控制的主驱动调速系统	175
第五节 电梯主驱动系统的过渡过程	153	四、直流能耗制动的主驱动系统	175
一、概述	153	五、反接制动的主驱动系统	177
二、交流电梯主驱动系统的运动方程式 及过渡过程	153	六、交流变压变频调速系统	178
三、影响交流电梯主驱动系统过渡过程 的因素	155	第七节 各类交流调速电梯主驱动系统的 评价	184
四、交流电梯在过渡过程中的能量 损耗	155	一、各类交流调速电梯主驱动系统的制动 转矩特性比较	184
第六节 电梯曳引电动机功率的确定	156	二、各类驱动调速系统的技术、经济性能 比较	185
一、电梯曳引电动机功率的预选	156	三、交流调速电梯与一般常用电梯的技术、 经济性能比较	186
二、对预选的曳引电动机的发热校核和 过载能力校核	157		
第五章 电梯的主驱动控制系统	161		
第一节 概述	161		

第八节 直流高速电梯的主驱动调速系统	187	一、电梯控制系统中适应消防控制的几个基本要求	251
一、概述	187	二、消防控制系统的类型及工作原理	251
二、传统形式的直流高速电梯主驱动系统	187	第六节 电梯的群控系统	253
三、晶闸管直接供电的主驱动系统	188	一、概述	253
第九节 交流高速电梯的主驱动调速系统	189	二、并联电梯的调度控制原则及实施电路与逻辑程序	253
一、VVVF 交流调速高速电梯主驱动系统	189	三、多台电梯的群控状态及调度原则	256
二、采用永磁式同步电动机的 VVVF 高速电梯	191	第七节 微处理机在电梯控制系统中应用的基本概念	261
三、直线电动机驱动的高速电梯	196	一、概述	261
第六章 电梯的电气自动控制系统	204	二、微机系统在电梯控制系统中的应用原理	264
第一节 概述	204	三、一位微机系统的附加控制功能	272
第二节 电梯自动控制系统中的各个主要控制环节及其结构原理	205	第八节 电梯自动控制线路的原理说明	273
一、各类电梯安全可靠运行的充分与必要条件	205	一、XPM 选层按钮信号控制电梯线路原理说明	273
二、电梯自动开关门的控制环节	205	二、KJX-A-II 交流集选控制电梯线路原理说明	275
三、电梯的方向控制环节	210	三、GJX 系列直流高速集选控制电梯线路原理说明	280
四、发生制动减速信号的控制环节	222	四、DYN—2—1KS 交流调速电梯电气控制线路原理说明	287
五、主驱动控制环节	227	五、交流变压变频调速电梯控制线路原理说明	291
六、电梯的安全保护环节	233	第七章 电梯的安装与调试	294
第三节 电梯的内外召唤指令的登记与消除	243	第一节 电梯安装前的准备工作	294
一、两种典型召唤指令信号登记记忆线路的原理说明	243	一、施工现场的检查和劳动力的组织	294
二、轿内指令信号的登记、记忆与消除	245	二、井道测量	294
三、层外召唤信号的登记、记忆与消除	245	三、开箱清点	294
四、串行指令和召唤信号的登记与消除	245	四、脚手架的架设	296
第四节 电梯的信号指示系统	247	五、安装井道内照明	296
一、电梯轿厢所处层楼位置信号的产生	247	六、样板的制作和架设	296
二、层楼信号指示灯	248	第二节 电梯机械零部件的安装	297
三、数码显示的层楼指示灯	249	一、导轨支架及导轨的安装	297
四、运行方向灯、轿内指令及厅外召唤信号灯	249	二、曳引机的安装	298
五、超载信号指示灯及音响	250	三、限速器的安装	299
第五节 电梯的消防控制系统	251	四、轿厢、安全钳及导靴的安装	299
		五、缓冲器的安装	303
		六、对重的安装	304
		七、曳引钢丝绳、悬挂装置及补偿装置的安装	304
		八、轿门、开门机和层门的安装	306

第三节 电梯电气装置的安装	313	二、消防人员使用操纵过程中应注意的 事项	354
一、机房电气装置安装	313	第七节 多台电梯的群控管理及使用 操纵	354
二、井道电气装置安装	313	一、电梯群控的综合监控指示屏和电视 监控器	354
三、轿厢电气装置安装	315	二、多台电梯群控管理状态的转换和 人工调度	354
四、层站电气装置安装	316	三、群控系统中紧急状态的处理和注意 事项	355
五、电梯供电和控制线路安装	316	第九章 电梯的维护及故障排除	356
第四节 电梯的调试	320	第一节 对电梯维护人员的基本要求	356
一、通电调试前具备的条件	320	一、保养与修理的安全知识	356
二、不挂曳引钢丝绳的通电试验	320	二、对维护人员的基本要求	357
三、悬挂曳引钢丝绳后的慢速运行 调试	321	三、注意事项	357
四、电梯的快速运行及整机性能调试	321	第二节 电梯的维护	357
第五节 电梯的验收	323	一、概述	357
一、交付使用前的检验及试验	324	二、电梯维护的一般要求	358
二、电梯安装验收规范	326	三、电梯各部分的日常维护	359
三、验收的项目内容及顺序	334	第三节 电梯的常见故障及其排除	367
第八章 电梯的安全使用及操纵		一、电梯故障的类别	367
方法	344	二、电梯常见故障及其排除	367
第一节 电梯的操纵器件	344	三、等效梯形运行曲线与故障判断、分析 和排除	378
一、轿内操纵箱的结构及面板布置	344	第四节 电梯远程监控在电梯维修保养中的 应用	396
二、层楼上召唤按钮箱	345	第五节 电梯的小修、中修和大修	399
三、消防员专用开关箱	346	一、电梯中修的确定及项目内容	399
第二节 对电梯司机或管理人员的基本 要求	346	二、电梯大修的确定及项目内容	400
第三节 电梯的有司机操纵运行	347	三、电梯的小修、中修、大修的参考 周期表	401
一、操作前的准备工作	347	第六节 电梯设备报废标准的探讨	401
二、有司机状态的使用和操纵	348	附录	403
三、有司机运行过程中的注意事项及紧急 状况的处理	349	附录 A XPM 选层按钮信号控制交流电梯 电气原理图	403
第四节 电梯无司机状态下的使用操纵 方法	350	附录 B PLC-XPM 交流电梯电气原理图	407
一、无司机操纵使用前的准备工作	350	附录 C KJX-A-II 集选控制（两台并联） 交流电梯电气原理图	413
二、乘客操纵和使用电梯的方法及注意 事项	351	附录 D PLC-KJX 交流电梯电气原理图	423
三、乘客在无司机操纵下使用过程中 紧急状态的处理	351	附录 E GJX-A 直流高速集选控制乘客 电梯电气原理图	433
第五节 电梯在检修状态下的操纵运行	352	附录 F DYN-2 拖动系统单台交流调速电梯 控制系统线路图	454
一、检修操纵箱的结构和要求	352		
二、检修运行的操纵方法及注意事项	352		
第六节 电梯在消防状态下的使用操纵 方法	353		
一、消防人员专用的消防电梯使用操纵 方法	353		

附录 G	MC 控制 DYN-2 涡流制动交流调速 电梯电气线路原理图	466	附录 I	专用多微机 (群组网络) 控制 VVVF 交流调速 (三菱 GPS—3 型) 电梯 电气原理图	486
附录 H	微机集选控制变压变频 (VVVF) 调速电梯电气原理图	480			

绪 论

自从我国实行改革开放政策以来,随着技术的进步和经济的发展,全国各地高层建筑不断涌现、比比皆是,作为高楼大厦的垂直交通工具——电梯,其普及率相应提高,需求量日益增长。各种类型、规格繁多的电梯已在各楼堂馆所、商住厦宇内投入使用和穿梭运行。在我国参与电梯制造、营销、安装和维修保养的从业人员约近千万,使用和管理人员则数以亿计。因此,为了确保电梯正常运行、安全使用,为了提高从业人员的职业素质和操作技能,就必须要了解电梯、熟悉电梯、管理电梯、维护好电梯。

一、电梯的定义及发展概况

电梯是服务于规定楼层的固定式升降设备。它具有一个轿厢,运行在至少两列垂直的倾斜角小于 15° 的刚性导轨之间。轿厢尺寸与结构形式便于乘客出入或装卸货物。它适用于装置在两层以上的建筑内,是输送人员或货物的垂直提升设备的交通工具。

追溯电梯这种提升设备的历史,早在公元前我国就有利用人力作动力的简单提升设备,直到现在我国北方部分农村仍用手摇辘轳提取井水的升降提水装置,所以说,我国是世界上最早出现这种提升设备——电梯雏形的国家之一。

1765年瓦特发明了蒸汽机,把它作为提升设备的动力是在1858年,首次应用于美国纽约市的一台客梯上。接着阿姆斯特朗发明的水压梯替代了蒸汽机梯。随着科技的发展,新的动力设备不断出现并替代了旧的动力设备,例如用液压泵和液压控制阀等。

法拉第于1831年发明发电机后50年,美国率先采用直流电动机作为电梯升降的驱动单元,并为今天的电梯发展奠定了基础。1903年美国生产了不带减速器的无齿轮高速电梯,并把卷筒式传动改进为曳引槽轮式传动,从而为今天高层的大行程电梯奠定了基础。在动力问题得到解决之后,美国着手研制电气控制及速度调节等方面课题,并获得成功。1915年美国成功设计了自动平层控制系统以及高速电梯(6m/s)。

随着电子和机电一体化工业的发展,新技术、新产品不断用于电梯的控制和拖动系统,如门极关断(GTO)晶闸管、IGBT(绝缘栅双极型晶体管)、IGPT(自我保护型功率晶体管)和IPM(智能功率模块)等的应用;大规模集成电路和数字通信技术的应用;微电脑(计算机)和创新的大梯群集中调度控制的应用;矢量转换控制和直接转矩控制方式变压变频(简称VVVF)驱动技术的应用;永磁同步电动机与无/小机房电梯的开发应用等使电梯的拖动系统大大简化、产品质量大大提升、可靠性能大大增强。

二、我国电梯发展状况

我国电梯事业起步较晚,但发展较快。1952~1954年先后在上海、天津、沈阳建立了三家电梯制造厂,并先后成立了有关科研单位,独立自主制造各类电梯产品,如交流货梯、客梯,直流快速、高速客梯等。并用我国自己生产的电梯产品装备了人民大会堂、北京饭店等。20世纪60年代开始批量生产自动扶梯和自动人行道,用我国自己生产的自动扶梯装备了北京地铁车站,用我国自己生产的自动人行道装备了北京首都国际机场。

随着我国对外开放、对内搞活经济的政策深入贯彻落实,我国吸取和引进了国外先进的电梯技术、先进的电梯制造工艺与设备、先进的科学管理,使我国电梯工业又取得了巨大发展。产品连续多年成倍增长,产品质量和整机性能明显提高。为了进一步推动和发展电梯工业,在上海、北京、天津、广州等地先后建立了中外合资电梯制造公司,使电梯的控制和驱动技术达到了国际先进水平,并先后向市场推出了一批耗能小、效率高、速度快、平层和舒适感好的交流调速电梯、直流高速电梯(包括机群控制电梯)。为了进一步提高和控制产品质量,近年来颁布了一批具有国际水平的电梯标准,使各制造厂家用新标准去更新、设计电梯产品,加强了管理,促进了电梯工业的新发展。

进入 21 世纪后,我国成为了世界电梯制造和需求大国。世界上绝大多数品牌电梯制造商都在我国建立了独资或合资企业,可喜的是具有我国民族品牌的电梯也占据了一定的市场份额。毫无疑问,伴随着科学发展观和小康社会的建立实现,我国庞大的电梯市场必将激励电梯质量的进步,必将促进电梯技术的创新。

在控制技术方面,从手柄开关控制发展到按钮信号控制、并联集选控制和多台电梯群控管理控制;从继电器-接触器/半导体分立器件的触点/集成逻辑电路,发展到单片或网络计算机(电脑)系统控制;从交流变极调速(AC-2),到直流调压调速(G-M/SGR-M),到交流调压调速(ACVV),再到矢量转换式的变压变频调速(VVVF)。

微电脑(或称微处理器)在电梯控制系统中得到了广泛的应用,从而代替和淘汰了传统的数量众多的继电器、接触器、半导体分立器件控制系统。微电脑电梯的特点有:运行可靠、故障率低、耗能少;控制屏(柜)体积小,从而机房的面积可相应减小;维修方便,设备投资费用低。借助于电脑,实现了带矢量转换的变压变频(VVVF)交流调速高速电梯的技术革新和推广使用。为了提高电梯的运行性能,推出了交流异步电动机、低转速直流电动机、交流变频式专用电动机和交流永磁同步电动机,以便适应电梯要求的四象限运行工作的状态及性能;除了传统的蜗轮副曳引机外,还开发出斜齿轮、行星齿轮和无齿轮曳引机;由此,提高了电梯运行的可靠性、平稳性,使乘坐电梯的舒适感更好。

在电梯速度方面,由 0.25m/s 发展到 0.5~1.0m/s 的交流双速电梯;由 1.5~2.0m/s 的快速电梯发展到 2.5m/s 的直流高速电梯;还有 1.0~4.5m/s 的交流变压变频调速电梯。

在电梯品种方面,除了常有的货梯、客梯外,还开发和生产出了双层轿厢电梯、观光电梯、住宅(别墅)电梯、小机房和无机房电梯。

在材料和装饰方面,特别在电梯的机械部件、控制器、操纵盘、轿厢及其附属件上使用了新颖轻质环保材料,使其在提高性能的同时更便于操作,并能减少安装费用和节省空间。电梯轿厢的装饰亦日趋豪华和更具人性化。

三、电梯的运行工作情况

电梯在垂直运行的过程中,有起点站也有终点站。对于三层以上建筑物内的电梯,起点站和终点站之间还设有停靠站。起点站设在一楼,终点站设在最高楼层,设在一楼的起点站常被称为基站。起点站和终点站称为两端站,两端站之间的停靠站称为中间层站。

各层站的层外设置有召唤箱,箱上设置有供乘用人员召唤电梯用的召唤按钮或触钮。一般电梯在两端站的召唤箱上各设置一只按钮或触钮,中间层站的召唤箱上各设置两只按钮或触钮。对于下集选无司机控制的电梯,在各层站的召唤箱上均设置一只按钮或触钮。而电梯(杂物电梯除外)的轿厢内都设置有操纵箱,操纵箱上设置有手柄开关或与层站对应的按钮或触钮,供司机或乘用人员控制电梯上下运行。召唤箱上的按钮或触钮称层外指令按钮或触钮,操纵箱上的按钮或触钮称轿内指令按钮或触钮。层外指令按钮或触钮发出的层电信号称层外指令信号。轿内指令按钮或触钮发出的电信号称轿内指令信号。

作为电梯基站的厅外召唤箱,除设置一只召唤按钮或触钮外,还设置一只钥匙开关,以便上下班开启或关闭电梯时,司机或管理人员把电梯开到基站后,可以通过专用钥匙扭动该钥匙开关,把电梯的层轿门关闭妥当。

电梯的运行工作情况和汽车有共同之处,但是汽车的起动、加速、停靠等全靠司机的控制操作,而且在运行过程中可能遇到的情况比较复杂,因此汽车司机必须经过严格的培训和考核。而电梯的自动化程度比较高,一般电梯的司机或乘用人员只需通过操纵箱上的按钮或触钮向电气控制系统下达一个指令信号,电梯就能自动关门、定向、起动、加速,在预定的层站平层停靠开门。对于自动化程度高的电梯,司机或乘用人员一次还可下达一个以上的指令信号,电梯便能依次起动和停靠,依次完成全部指令任务。

尽管电梯和汽车在运行工作过程中有许多不同的地方,但仍有许多共同之处,其中乘客电梯的运行工作情况类似于公共汽车,在起点站和终点站之间往返运行,在运行方向前方的停靠站上有顺向的指令信号时,电梯到站能自动平层停靠开门接乘客。而载货电梯的运行工作情况则类似于卡车,执行任务为一次性