



智能电梯

工程控制系统 技术与应用

◇ 刘富海 著



电子科技大学出版社

智能电梯工程

控制系统技术与应用

■ 刘富海 著



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

智能电梯工程控制系统技术与应用/刘富海著. --成都:
电子科技大学出版社, 2017.5
ISBN 978-7-5647-4513-4

I.①智… II.①刘… III.①智能控制-电梯-工程控制
论 IV.①TU857

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第109388号

智能电梯工程控制系统技术与应用
刘富海 著

策划编辑 李述娜

责任编辑 唐祖琴

出版发行 电子科技大学出版社

成都市一环路东一段159号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051

主 页 www.uestp.com.cn

服务电话 028-83203399

邮购电话 028-83201495

印 刷 北京一鑫印务有限责任公司

成品尺寸 185mm × 260mm

印 张 18.5

字 数 391千字

版 次 2017年5月第一版

印 次 2017年5月第一次印刷

书 号 ISBN 978-7-5647-4513-4

定 价 64.00元

前言

随着近年来城市建设事业飞速发展,高层建筑、智能建筑大量涌现,每幢大型高楼都可以说是一座垂直的迷你城市,在高层建筑中电梯是必不可少的输送设备,电梯的重要性不言而喻。如何保证和提高楼内交通运输效率,充分发挥大型建筑的综合作用成为当前的一项重大课题。

本作者目前从事于杭州职业技术学院特种设备学院电梯工程技术专业教学工作,同时还为浙江省电梯评估与改造应用技术协同创新中心成员,该中心以杭职院为牵头单位,省特检院、省特种协会、中国计量大学、容创电梯为核心组成单位,以“资源共投、利益共享、风险共担”为纽带,通过任务牵引联合国家电梯中心、市处置中心、奥的斯、西奥等创新力量,建立了核心层和协作层紧密配合的运行构架,中心具有一流的硬件设施和雄厚的技术团队,着力研究电梯评估与改造技术,建立了基于大数据的电梯安全评估机制,创新了电梯人才协同培养模式。

我国电梯的保有量持续快速地增长,目前中国已成为世界上电梯产量和保有量最多的国家。但是由于我国引入了很多国外的电梯产品(包括中外合资的电梯产品),虽然这些产品在国际上都是比较先进的,但是我国目前的电梯技术却相对落后。目前,我国非常缺乏电梯群控、智能控制和国外先进电梯技术的系统介绍,更缺乏电梯交通配置的量化研究。为了弥补这些不足,特编写此书。

智能电梯工程控制系统是智能大厦交通运输的重要支持系统,该系统能够适应建筑物内容流量的剧烈变化,避免轿厢频繁往返和长时间候梯现象,为乘客提供一个安全、快捷、方便、舒适的交通环境,并且为管理者提供一个环保、节能、可靠、远程监控的智能管理系统。

本书是介绍智能电梯工程控制系统技术与应用的一部专著,特点是选材前沿,对智能电梯控制系统阐述详尽,内容包括了智能电梯工程控制系统、智能电梯客流仿真、智能电梯群控产品技术、未来智能电梯控制技术的发展趋势、未来电梯发展设想等理论与应用。

本书内容共分为8章。第1章介绍智能电梯工程控制的交通配置、智能控制和电梯工程系统技术的基础知识。第2章介绍智能电梯群控及远程监控技术,包括智能电梯的群控管理系统、智能电梯的多目标最优化控制、电梯信息串行传输、全自动微机群监控系统、智能电梯远程监控系统、光纤通信及其在智能电梯上的应用、智能大楼中的电梯

交通系统等。第3章介绍智能电梯客流仿真,包括智能电梯客流仿真概述、智能电梯工程控制系统的客流模型、智能电梯交通仿真器(ALTS)的开发、智能电梯用于火灾疏散问题的仿真处理、电梯疏散时间的理论方法等。第4章介绍以计算机控制的智能电梯群控技术为主,详细阐述虚拟电梯模型和梯群的计算机控制的工作原理,并介绍智能电梯群控系统设计、单台智能电梯仿真、梯群仿真、动态仿真和交通模式设计、特殊运行模式设计等。第5章介绍先进的速度最快的智能电梯交通系统、直线电机垂直运输系统、TALO 新型驱动系统、Miconic10 电梯智能化控制系统、日立电梯群控操作系统等智能电梯工程控制系统。第6章主要介绍智能电梯群控产品技术,包括 SmartCom11 群控系统、VVVF 电梯驱动系统、无机房电梯、无机房电梯的布置和设计方式。第7章介绍了智能电梯监控方面的内容,通过电梯互联网信息技术与应急救援技术的应用,详细阐述了电梯应急预案与救援方法和 96333 应急处置流程。第8章介绍与展望了未来智能电梯控制技术的发展趋势,包括超高层建筑的智能电梯技术和振动抑制技术、先进电梯拖动技术、先进电梯和部件技术、数字电梯和节能技术,并对未来电梯的发展进行了设想与展望。

电梯属于特种设备,目前大多数品牌的电梯采用其专有的控制系统,公开的资料极少,尤其是控制系统原理与程序。但编者力求做到面向工程实践、知识点全面、论述科学严谨、阐述循序渐进、内容注重实用。本书的编写,注重实用、结合实例、图文并茂、深入浅出,突出新技术、新工艺、新材料、新设备。在此感谢杭职院特种设备学院的领导的大力支持,电梯专业的金新锋和魏宏玲副教授在此过程中给予的指导,感谢王正伟和翁海明教师在此过程中给予的大力帮助。

虽然编者尽了最大的努力,以保证本书的质量,但是由于水平有限,有些地方可能考虑不周,疏漏之处在所难免,在此恳请读者批评指正。

编者

2017年4月

目录

第 1 章	绪论	001
1.1	智能控制中的电梯系统	001
1.2	智能电梯工程控制的交通配置	004
1.3	智能控制和电梯工程系统技术	006
第 2 章	智能电梯群控及远程监控技术	009
2.1	智能电梯的群控管理系统	009
2.2	智能电梯的多目标最优化控制	029
2.3	电梯信息串行传输	036
2.4	全自动微机群监控系统	065
2.5	智能电梯远程监控系统	072
2.6	光纤通信及其在智能电梯上的应用	080
2.7	智能大楼中的电梯交通系统	093
第 3 章	智能电梯客流仿真	114
3.1	智能电梯客流仿真概述	114
3.2	智能电梯工程控制系统的客流模型	116
3.3	智能电梯交通仿真器 (ALTS) 的开发	121
3.4	智能电梯用于火灾疏散问题的仿真处理	128
3.5	电梯疏散时间的理论方法	132
第 4 章	计算机控制的智能电梯群控技术	138
4.1	虚拟电梯模型和梯群的计算机控制	138
4.2	智能电梯群控系统的设计	142
4.3	单台智能电梯仿真	149

4.4	梯群仿真	153
4.5	动态仿真和交通模式设计	156
4.6	特殊运行模式设计	162
第5章	智能电梯工程控制系统	164
5.1	速度最快的智能电梯交通系统	164
5.2	直线电机垂直运输系统	168
5.3	TALO 新型驱动系统	174
5.4	Miconic10 电梯智能化控制系统	177
5.5	日立电梯群控操作系统	187
第6章	智能电梯群控产品技术	199
6.1	Smart Com11 群控系统	199
6.2	VVVF 电梯驱动系统	210
6.3	无机房电梯	218
6.4	无机房电梯的布置和设计方式	240
第7章	电梯互联网信息系统与应急救援	244
7.1	电梯互联网信息系统	244
7.2	电梯应急预案与救援方法	248
7.3	96333 应急处置流程	253
第8章	未来智能电梯控制技术的发展趋势	257
8.1	超高层建筑的智能电梯技术和振动抑制技术	257
8.2	电梯拖动技术的发展	265
8.3	先进电梯和部件技术	273
8.4	数字电梯和节能技术	281
8.5	未来电梯发展设想	285
参考文献		287

第1章 绪 论

1.1 智能控制中的电梯系统

1.1.1 智能建筑 and 智能控制

智能电梯控制系统是智能建筑中的重要组成部分，国际智能建筑研究机构对智能建筑给出的定义是：以目前国际上先进的分布式信息与控制理论而设计的集散控制系统（Distributed Control System），运用计算机（Computer）技术、控制（Control）技术、通信（Communication）技术和图形图像显示（CRT）技术，即通过4C技术对建筑物的四个基本要素，即结构、系统、服务和管理及它们之间的内在联系，以最优化的设计，建立一个由计算机系统管理的一体化集成系统，提供一个投资合理而又拥有高效率的优雅舒适、便利快捷、高度安全的环境空间。而日本智能建筑专家黑泽清先生对智能建筑的定义为：可自由高效地利用最新发展的各种信息通信设备，具有更自动化的高度综合性管理的建筑。

建筑设计中由于钢架结构技术地不断进步与完善，使得建筑物向着高层方向发展成为可能。主要标志是1885年建筑学家W.L杰尼在建筑中采用钢架结构技术。现代超高层建筑的设备越来越复杂，各种环境下的楼宇系统同时存在。在早期技术条件下，要操作和运行这些设备系统，只能采用大型仪表盘和操作盘，集中对各个重要设备的状态进行监视，并进行集中式操作。为使高层建筑物中纷繁复杂的系统进行有序运作，为人们提供最优的便捷和舒适性，又使大楼设备具有合理的低成本运营模式，智能建筑（Intelligent Building）便应运而生。从20世纪80年代起，由于计算机技术的发展和运用，建筑技术和信息技术相互渗透和结合，人们可以使所有设备的状态都显示在中央控制室内，并很容易地进行操作和管理，既节省了人力，也提高了效率。到了20世纪90年代，昂贵的现场控制器已被低成本并有较高处理能力的现场控制器所取代，监控功能也逐渐由常规控制改为提供各种数据报表和专项功能的统计文件，即由集中监视下的集中控制扩大为集中监视、集中管理和分散式控制。

世界上第一幢智能建筑，是在一幢旧的金融大厦的基础上，由美国联合技术公司（UTC，United Technology Corp）的一家子公司——联合技术建筑系统公司（UTBSC）于1984年1月在美国Connecticut的Hartford改建，世界上第一次出现了智能建筑的概念。联合技术建筑系统公司承建了这幢共38层 $1.1 \times 10^5 \text{m}^2$ 建筑的空调、电梯及防灾设备工程。其主要措施是将计算机与通信设施连接，使业主可以廉价地向大厦用户提供计算机和通信服务，在大厦出租率、投资回收率 and 经济效益方面均取得成功。智能大厦的管理系统采用的是一个智能化的综合管理系统。这种具有高生产力、低劳动运营成本和安全性的大厦管理系统称为智能建筑管理系统（IBMS）。

综上可知,智能大楼的综合功能体现在:先进的楼宇自动化系统(BAS)、通信自动化(CAS)系统、办公自动化(OAS)系统、楼宇管理系统(IBMS),为人们提供一个高效舒适的工作和学习空间环境。这也是智能建筑能够迅猛发展的主要原因。智能建筑的发展是科学技术和经济水平的综合体现。从工业社会现代建筑的概念转向面对信息社会的需求,智能建筑正在世界范围内蓬勃发展,在美国和日本等国家和地区的大量建筑实践中已取得了不少成就。如前纽约世界贸易中心大楼(417m)、帝国大厦(381m)、日本的里程碑大厦(296m)、马来西亚的双子石油大厦(452m)等。

我国的城市建筑正在经历着一个前所未有的蓬勃发展阶段,近年来在我国也陆续兴建了一些不同智能标准的智能建筑。如上海浦东新区的金茂大厦,竣工于1998年,建筑面积共 $2.6 \times 10^4 \text{m}^2$,共88层,421m,它是我国大陆地区迄今为止最高的建筑,也是世界第5高楼。台北101大楼,竣工于2004年,共101层,508m,为世界第1高楼。还有诸如广州市贸中心、上海证券大厦等。智能建筑技术已经成为21世纪建筑发展的主流,而高品质电梯及其群控系统配置技术的应用无疑将给智能建筑提供更大的便捷与舒适性。

1.1.2 楼宇自动化中的电梯交通系统

由智能建筑基本内涵可知,通信自动化系统(CAS)、办公自动化系统(OAS)和楼宇自动化系统(BAS)是智能大厦的三大子系统。

先进的通信系统是以大楼数字专用交换机为中心,在楼内连接程控电话系统、电视会议系统、无线寻呼系统和多媒体声像服务系统,对外与广域网或城域网及卫星通信系统相连,实现大楼内外便捷的声像数字通信,这是智能大厦的中枢神经。

办公自动化系统的主要功能是以计算机网络为支撑,由局域网连接的计算机网络系统,用户每人只用一台工作站或终端个人电脑,便可完成所有业务工作,通过电脑网络和电子数据交换技术,实现业务处理和文件传递的无纸化、自动化,传统办公室里层叠的文件资料柜代之以光盘存储器,以及未来的高密度纳米存储器。通过数据库、专家系统、综合设计系统、电子出版系统、可视图文信息系统等实现信息、资源的共享,提高业务处理效率。

楼宇自动化系统是智能大厦正常运作的必要条件和重要组成部分,主要包括如下几个方面。

(1) 环境能源管理系统。

(2) 电力照明系统。包括电力需求控制、功率因数改善控制、变压器台数控制、发动机负荷控制、停电复电控制、昼光利用照明控制、点灭调光照明控制。

(3) 空调卫生系统。包括新风取入、新风供冷控制、冷热源机器台数控制、二氧化碳浓度控制、冷热负荷预测控制、蓄热、热回收、隔热控制、预冷预热运行最优化控制、太阳能集热控制、蓄热槽管理、排水控制、节水控制管理等。

(4) 输送系统。电梯群控及远程监控管理、自动扶梯管理、停车场自动管理、自动搬运机器管理、自动计量仪器管理。

(5) 保安管理系统。

(6) 防灾系统。包括火灾联运控制、排烟控制、引导灯控制、非常时间对应控制、停电

时间对应控制、防漏电、防煤气泄漏控制。

(7) 防盗系统。包括入退楼管理、入退室管理、远隔监视、各种传感器警报管理、时间表控制、闭路电视管理、自动防盗设备管理。

(8) 数据系统。包括存取控制、IC卡管理、指纹管理、声纹管理、暗号指令管理、空间传送。

(9) 物业管理系统。

(10) 计量系统。包括能源计量、租金管理、运行操作数据编集和分析评价、系统异常诊断、节能诊断、报警信息记录编集。

(11) 维护保养系统。包括机器维持时间表管理、机器劣化诊断、故障预知诊断、数据生成、自动清扫机管理、设备更新管理。

通过对楼宇自动化系统的管理与协调,将整幢建筑的空调机组、给排水机设备(水泵)、制冷机、冷却塔、换热器、水箱、照明回路、配电设备、电梯等机电设备进行信号采集和控制,实现大厦设备管理系统自动化,起到改善系统运行品质、提高管理水平、降低运行管理劳动强度、节省运行能耗的作用。

作为楼宇自动化系统的重要子系统之一的电梯群控系统智能大厦垂直交通运输的重要支持系统,现代建筑智能化向传统的电梯控制与配置方法提出了挑战。只有依靠有效的垂直运输系统,才能够给现代高层智能建筑提供超值的服务质量和数量。服务的质量即减少乘客的候梯时间,将乘客的候梯烦躁感降到最小,增加舒适度,减少电梯的行程时间,提高系统的运行效率;服务的数量即通过优化的群控配置技术优化电梯的乘载率。对高层及超高层智能建筑电梯交通系统的设计研究表明,高效大型的超高层建筑的电梯交通系统设计的关键是:各个区域的乘客进出一电梯分区服务—各区域楼层顶部的彼此衔接服务(On Top of One Another);这些局部区域由高速的空中大厅楼(Sky-Lobby Shuttle)型电梯,快速地运行于地面基站楼层和空中大厅之间。这里设置的空中大厅是超高层智能大厦在处理分区交通时的有效措施。因此,需要开发新的适合于未来电梯的高速驱动器(High-Speed Drives),这是电梯交通系统智能控制的必要前提。

高品质电梯驱动器的应用:由于超高层建筑对高速、舒适与低能耗电梯的需求,VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)电梯驱动器提供了较高的能源效率和非常好的较为平滑的运行舒适性。因此,世界上最高速的电梯系统绝大部分使用的是具有很多安全品质的VVVF控制算法。其中矢量控制的VVVF驱动器改善了梯形控制的电梯系统的静态特性,成功地解决了电梯运行舒适感问题。线性电动机驱动器(Linear Motor Drive)的开发使得电梯系统以更有效的方式利用井道。

人工智能技术(Artificial Intelligence)的应用:高速的电梯驱动器系统的性能依赖于良好的梯群监督控制(Supervisory Control)。电梯系统的监督控制负责调整一组(群)电梯中的轿厢,目的是有效的利用梯群。一个好的监督控制系统必须以最少的装置使交通人流(Traffic Flow)达到最大化。控制算法应适应于任何时间的电梯交通模式的人流变化。换句话说,电梯群控是基于系统工程意义下的交通系统的整体最优,电梯系统拥有最短的候

梯时间和运行时间及最高的乘客输送能力, 以及将聚群现象控制在最小的范围内。

所谓梯群的智能控制就是利用模糊控制、专家系统、神经网络、智能算法等高科技手段, 寻求电梯系统的优化控制策略, 优化调度多部电梯以提高电梯的运行效率和服务质量, 在群控管理和人机接口上不断改进和提高, 使电梯交通和其他设施融为一体, 减少乘客的候梯时间和电梯的行程时间, 提高系统的运行效率, 使智能大厦垂直交通系统处于整体最优状态, 最大限度地满足人们对便捷和舒适性的要求。

1986 年我国才开始对电梯配置理论和电梯的系统特性进行研究, 主要是针对电梯系统的统计特性进行研究。1990 年开始对电梯系统的动态特性进行研究。随着智能建筑技术的发展与普及, 电梯业作为建筑业的重要产业, 显得越来越重要, 对于电梯技术的深入研究有着非常重要的意义。

1.2 智能电梯工程控制的交通配置

从 20 世纪 20 年代到 70 年代中期 (1974 年), 电梯交通配置理论主要体现在对电梯交通统计特性的研究上; 从 20 世纪 70 年代中期 (1975 年) 以后, 主要体现在对电梯交通动态特性的研究上。

1.2.1 电梯交通配置和电梯交通统计特性

1. 电梯交通配置

电梯交通配置总的态势是电梯交通配置理论同电梯工程系统和应用一直是互相促进、共同发展的。电梯交通配置是指电梯交通系统分析、电梯交通配置设计、电源设计、安装和维修工程等。电梯生产全过程包括电梯设计 (电气设计和机械设计)、制造、电梯交通系统分析和计算、安装及维护各环节。电梯交通系统和高层建筑物, 特别是和智能建筑有着密不可分的关系, 因为电梯交通系统是组成智能建筑三大系统之一的楼宇自动化系统的重要的子系统。对电梯交通动态特性的研究是楼宇自动化系统的重要内容。电梯交通系统的功能是智能化大楼整体功能的一部分, 建筑物本身连同各项设施在功能上形成一个整体, 为人们提供完善的服务。

电梯交通配置和计算的过程就是使电梯交通系统整体的输出量趋向于其期望值的过程。其实质是把建筑物类型、建筑物规模、电梯电动类别、电梯服务方式和轿厢门别当作已知的输入量, 按照流程顺序计算出 5min 载客率、平均间隙时间、平均行程时间和电梯台数的实际值, 并和其对应的期望值相比较, 如相差太大, 需重新配置, 直至满意为止。由此制定出电梯交通配置的技术路线, 即用控制理论完善电梯交通系统整体分析数学模型, 用系统工程中有向图概念研究其流程顺序, 用计算机辅助设计完成计算和实施, 用多目标最优化方法完成电梯最优配置, 用模糊规则和专家系统研究电梯群控系统。到了现代电梯阶段, 电梯技术以计算机、群控和集成块为其特征, 电梯结构对于超高层建筑来说, 向双层轿厢和空中大厅 (Sky Lobby) 形式发展。电梯交通配置的发展趋势是: 从统计特性过渡到动态特性; 以专家

系统和神经网络等人工智能技术为武装；广泛采用使用计算机的电梯群控系统和电梯交通配置 CAD；同时也继续拓宽研究统计公式及确定统计参数。

2. 电梯交通统计特性

电梯交通的统计特性是指用统计学方法研究电梯交通的统计规律。例如，作为系统输出分量的 5min 载客率、电梯台数、平均间隙时间、平均行程时间及加速距离等，都是描述电梯交通统计特性的参数。从 20 世纪 20 年代起到 70 年代，形成了一整套电梯交通配置理论的统计学公式。到现在为止，电梯交通配置的统计特性理论已基本定型，尽管个别部分还在继续研究和拓宽。值得指出的是，人们还没有重视对电梯交通系统整体的研究，因此，理论与应用有些脱节。

就电梯交通统计特性研究而言，今后的主要发展方向是：① 发展双层轿厢电梯；② 进行电梯交通配置图线研究；③ 应用计算机视觉技术；④ 应用红外线技术。

对电梯交通统计特性研究的评述如下。

电梯交通统计特性理论是电梯交通配置的基本理论，以“电梯交通系统整体分析数学模型与变量关系图”为基本框架，使用电梯交通分析方法，具有电梯交通变量的统计性质，以“计算电梯运行周期 RTT 对于建筑物层数”的关系式为中心，可以完全实现电梯交通配置设计，虽然电梯交通动态特性研究指标最终仍以统计特性指标形式提供给人们，但是上述建立的统计模型不是唯一的。随着现代高新技术的出现，向计算电梯运行周期的分析和统计方法提出了挑战。不过，电梯交通统计特性理论仍不失为电梯交通配置的基本理论，对一些统计公式现在仍有人进行拓宽研究。有学者提出：从某种程度上讲，电梯交通分析以上升峰值交通为基础，而不对其他交通流（午餐交通流）峰值进行研究，是一种失误。

1.2.2 电梯交通动态特性

电梯交通动态特性是指用模糊逻辑、专家系统和神经网络等人工智能技术描述其模糊性、非线性及不确定性等特性，并完成电梯交通最优配置。虽然在 20 世纪三四十年代就出现和使用了电梯群控系统，但那时的电梯群控系统基本上未使用计算机，属于继电器顺序控制群控系统和集成电路群控系统。在 20 世纪 70 年代中期（1975 年）以后，计算机的应用使人们可以利用各种人工智能技术研究电梯交通系统的动态特性，提高高层建筑的垂直运输效率，充分发挥智能化大楼的综合功能。在这一阶段中，首先是日本的 Hitoshi Aoki 等人把人工智能技术（主要是模糊逻辑专家系统）引入电梯群控系统，建立了专家系统知识库和模糊规则。1990 年，棚桥彻等人研制出带有模糊控制的人工智能电梯群控系统 ELEX 系列，平均候梯时间比常规系统减少 15% ~ 20%。1992 年，神经网络技术开始应用在电梯群控专利中。1994 年，Kita H Markon 等人将神经网络技术引入电梯群控系统中。接着日本 Toshiba 公司开发出使用神经网络的电梯群控装置 EJ-1000FN，以适应各种建筑物的交通条件变化，表明带有神经网络的电梯群控系统已进入实用化阶段。

动态特性研究表现在以下几方面。

（1）模糊控制技术在电梯群控系统中的应用。早在 1987 年 Looney 等人就指出：以模糊

规则为基础的控制是模糊控制的有前途的领域。从 1988 年起,进入应用人工智能技术的电梯群控系统阶段,模糊控制技术开始应用在电梯群控系统中。1989 年,日本三菱电梯公司把模糊逻辑用在电梯群控系统中,用来确定乘客密度和电梯交通模式。1990 年,Hitoshi Aoki 等人提出模糊推理图像运算模式。1993 年,Bruse A. Powell 和 David J. Sirag 建立电梯交通模糊逻辑模式。1995 年,S. Kubo 等人建立电梯交通模糊专家系统。1998 年,K. Thangavelu 研制成功开环模糊逻辑控制器,其技术以专利形式公之于世。现在,模糊控制技术已经广泛地应用在电梯群控系统的配置设计中。比较著名的电梯群控系统有:日本三菱电梯公司的 AI-2100 和 AI-2200 系列,瑞士 Schindler 电梯公司的 Miconic VXTM/AITP 装置等。

(2) 专家系统的应用。模糊规则和专家系统的不足是它们只能按照模糊规则进行电梯交通配置,当交通流发生变化时就不能随之变动了。因为专家认定的模糊规则不总是带来最好的结果。而调整模糊规则和隶属函数又很困难,因此不能依靠学习改进控制算法。

(3) 神经网络技术的应用。虽然电梯交通研究中的神经网络技术较受重视,但电梯群控系统由于其复杂性的增加,研究空间的维数将飞速增加而使问题变得相当复杂,故通常把神经网络技术和模糊控制技术,和专家系统联合使用。现在,模糊控制技术仍然是电梯群控中最基本的核心技术。

(4) 计算机网络技术的应用。其中有代表性和有发展前途的是采用多主结构的 CANBUS 总线网络和电梯群控中的数据型网络控制系统。

(5) 先进控制算法的开发。动态特性研究发展趋势:① 继续进行模糊逻辑运算的研究以构成模糊规则;② 电梯群控系统由区间控制、候梯时间预测控制进入带有自学功能的预测控制;③ 进行电梯交通模糊性、非线性、不确定性扰动等动态特性的深入研究;④ 继续建立带有人工智能的电梯群控系统,使之更加实用;⑤ 电梯群控系统功能作为智能大楼整体功能的一部分;⑥ 电梯群控作为计算机网络的一部分。

1.3 智能控制和电梯工程系统技术

1. 智能控制电梯工程系统技术情况

我国城市的发展促进了兴建更多更高的摩天大楼,也刺激了电梯产量和用电梯数量的猛增,促进了电梯智能控制技术的发展和先进的电梯工程系统的出现。截至 2004 年年底,我国在用电梯数量达到 527 329 台,并以每年约 20% 的速率在增长。2004 年电梯生产量达 11 万台,约为世界电梯年产量的 1/3,我国电梯年产量递增率约为 30%,我国是世界上名副其实的最大电梯市场。

随着电梯技术的不断进步和中外合资企业的发展,各大企业普遍重视了电梯新技术的应用和自主开发能力的提高。在完成了世界一流水平的现代化工厂建设之后,纷纷着手建设高水准的研发中心。随着计算机技术和电力电子技术的广泛应用,变频变压调速和串行通信技术已全面普及,永磁同步拖动技术的应用在日益扩大,使我国电梯的技术水平和产品质量从整体上进入了世界先进行列。同时,电梯企业的销售维保网络已基本形成,售后服务条件大

为改善,为电梯的安全运行和企业的持续发展奠定了基础。与此同时,配套件企业的生产规模继续扩大,一批优秀的电梯配套件制造企业日趋壮大,专业化生产质量可靠、价格低廉,既支持了中、小型电梯企业的发展,又为大型企业的优化投资结构和降低成本创造了条件。

2. 我国智能控制电梯工程系统技术现状

我国近几年来推出的智能控制电梯工程系统的新技术、新品种和新设备如下。

(1) Miconic10 智能型终点厅站登记系统。只要乘客按下呼梯按钮,乘客就知道该乘坐哪台电梯能最快到达目的楼层。

(2) “奥德赛”电梯系统。它把高层建筑中水平和垂直方向的运输结合起来,实现高层建筑内高效快捷的运输。

(3) 在电梯的驱动系统方面,VVVF 控制技术已占据了主导地位。几乎每个电梯厂都产出自己的 VVVF 电梯产品,有的还采用了先进的智能网络控制技术。

(4) 无机房电梯在 20 世纪 90 年代中期开始步入市场。随着国内住宅建筑和公共设施的快速发展,无机房电梯如通力公司推出了 Escalator Disc 无机房电梯曳引机,迅达公司推出了 Schindler Mobile 无机房电梯,三菱公司的 ELENESA 无机房电梯,OTIS 的 GEN2 无机房电梯等均受到重视,并在市场上占有较大的份额。而且,在市场上出现了各种形式的无机房电梯。有直线电机驱动的;有行星齿轮驱动的;有 OTIS GEN2 无机房电梯,打破了传统的钢丝绳曳引,改用钢带驱动,称为第 2 代电梯产品。无机房电梯有曳引驱动、液压驱动、螺母螺杆驱动、齿轮齿条驱动、皮带驱动及直线电机驱动等方式。

(5) 曳引机虽然还是以传统的蜗轮蜗杆式传动为主,但是斜齿轮和行星齿轮传动的曳引机由于效率高、体积小、承载能力大,而备受用户的青睐。特别是永磁同步无齿轮曳引机,可以说是一项技术革命,驱动系统从此去掉了减速增力的减速器。

(6) 远程监控系统成为售后服务的重要手段。标志着 21 世纪中国的电梯企业将由生产主导型向服务主导型转变。

(7) 超高速电梯的速度仍在提高。通力公司推出的 ALTA 电梯的速度为 17m/s;三菱电梯公司推出的超高速电梯的速度为 18m/s;东芝电梯公司推出的超高速电梯的速度为 16.83m/s。并开发出了所应用的专利部件,采用了当今最先进的计算机和电子技术,电梯产品也成为当今的高科技产品。

(8) 电梯产品有三菱电梯公司领先的 AI-2200 电梯群控系统,它采用了先进的“预测调谐型”AI 方式和去向预报系统先进技术。可智能化交通分析,目标楼层预测,18m/s 的超高速电梯是高科技技术产品的代表。

(9) 现代电梯产品采用了最先进的计算机设计方法,最新的材料,最新的制造工艺,和最先进的控制技术。

(10) 自动扶梯和自动人行道也采用了 VVVF 控制和智能化的节能控制系统。超高度的自动扶梯和室外的全天候自动扶梯、无齿轮驱动的无机房电梯、小机房电梯、超高速电梯及间距可调的双层轿厢电梯,更是涉及多学科新技术和新材料的高新技术产品,而这些已成为许多电梯厂商的主要发展方向。

(11) 轿厢上行超速保护装置是 2003 年才开始推行的电梯安全概念,如今已生产出多种产品。如双向限速器-安全钳系统、钢丝绳夹绳器、曳引轮夹轮器、曳引轮轴制动器、制动系统 EBRA20 等。

(12) 电梯热点产品和部件有无机房电梯、小机房电梯、别墅电梯、新型自动扶梯、无齿轮曳引机、电梯上行超速保护装置、目的层站系统、新颖操纵盘及按钮、多彩液晶显示器、家居智能化系统、变频门机、光幕、远程监控系统、微机控制柜,以及杂物电梯、编码器、称量装置、IC 卡电梯系统等。

第2章 智能电梯群控及远程监控技术

2.1 智能电梯的群控管理系统

1. 概述

对数部位于同一大堂的电梯实现统一调配称为群控操作方式,也称群管理方式。

以往继电器—接触器控制时,采用有触点的控制来完成各种标准及选择操作功能。随着微机控制电梯的发展,群控系统亦采用微型计算机控制、分配,并具有智能化、学习等功能,有下列数款。

$\left. \begin{array}{l} 1C-2BC \\ 1C-2BC \end{array} \right\}$ 上下集选原则运行,单、双台电梯使用,称为群合式方式。采用继电器—接触器的有触点控制。

OS-75 将电梯层楼分为几个区域(高区、中区、低区、基区——主层或下层区)。采用继电器—接触器的有触点控制,称为万用群管理方式。

OS (Optimum Service) 最佳服务。

OS-21 微型计算机控制群管理(2~4台电梯),以最小等待时间为准则调配电梯。

OS-2100 微型计算机控制群管理(3~8台电梯),以最小等待焦虑程序为准则调配电梯,并设有预报钟。

2. 群控操作方式的功能

上述操作方式配备多种标准操作功能和选择操作功能,下面就这两方面分别加以叙述。

(1) 标准操作功能。每台电梯必备的操作功能,如电梯的自动运行方式,即自开、关门,起动、减速和平层等,安全触板,本层开门,手动运行(检修运行)等。

1) 低速自动运行(SFL)。若电梯在运行过程中突然发生故障,电梯紧急停车在层楼之间时,为了尽快救出关在轿厢内的乘客,电梯自动以原来相反的方向起动,以检修速度运行到就近层楼站停靠,自动开门放客。

2) 反向时轿厢内呼叫的自动消除(R-CCC)。当电梯在无司机操作自动运行中应答完顺向呼叫后,准备去应答反向呼叫时,就自动消除所有已登记的轿厢内呼叫,这样可以防止电梯空运行和停靠,从而节约电能,提高服务效率。

3) 自动应急处理(COS)。如果其中一台电梯在确定方向数十秒后尚未起动运行,则可肯定该台电梯处于某种故障状态,就把这台能保持方向,但不能起动的电梯切出群管理系统,将层站呼叫分配给群内其他电梯去执行,以保证对乘客的服务质量,一旦那台电梯正常运行,群管理系统重新把它接纳入群内。

4) 轿厢内风扇、照明的自动操作 (CFO-A, CLO-A)。当电梯停在门区, 门关好一段时间后无任何呼叫时, 厢内风扇和照明自动关闭。一旦有层站呼叫时, 再自动打开风扇和照明, 这样可避免不必要的电能浪费。

5) 下层停靠 (NXL)。如果电梯停站自动开门动作持续一段时间后门尚未开足, 就作关门动作, 待门关闭后, 根据轿厢内或层站呼叫运行到其他层站后开门放客。

① 此特点在无司机运行下有效, 当电梯接到开门信号, 开门继电器连续吸上一段预定时间 (通常为 8s) 选用此功能。

② 如门仍全关闭, 轿厢将会起动应答轿厢或分配之梯与层站呼叫对应。

③ 如同一情况再出现, 则电梯将会脱离群控, 并且监控板的警铃响。

④ 如门可正常开启, 则自动取消此特点。

6) 开门保持时间的自动控制 (DKO)。电梯根据仅轿厢内呼叫或兼有轿厢内指令、层站呼叫停层站时, 需开门保持的时间不同, 而设置两种不同的保持开门时间, 并可自动切换。按轿厢内操作板上之“DKO”按钮将维持轿厢门开启一预定时间 (通常为 60s), 预定时间消失前 4s, 警报蜂鸣器响, 然后开始关门, 如预定时间消失前再按“DKO”按钮, 则预定时间重新计算; 当按下“关门”按钮时, 门将不理睬预定时间而即时关门。

7) 重复关门 (RDC)。当关门动作持续一段时间后, 如果门尚未关闭, 就改为开门动作, 门开了之后等待一段时间再作关门动作直至门关好为止。

8) 防超重保护装置和信号 (OVL)。防起重保护装置附有鸣响信号, 为了保证安全操作, 当电梯负重超过额定 10% (可调整), 蜂鸣器响, 电梯停止起动, 不关门。超重情况过去后, 蜂鸣器停止, 电梯恢复正常操作。

(2) 选择操作功能

1) 强制关门 (NDG)。门在超过预定时间不能关闭时, 强制关门功能将令门关闭, 如果有乘客站在入口处, 或按住轿厢操作面板上的开门按钮, 使门持续开启较长时间 (通常为 15 ~ 20s, 但可调节), 门将以正常速度关闭, 如障碍物移去, 门将继续关闭, 当安全触板接触到障碍物, 蜂鸣器将发出鸣响。

2) 门的光电装置 (红外线) 安全操作 (SR)。备有门的光电装置安全操作功能的电梯, 如光电装置有故障 (如发生堵光) 会影响正常运行, 为此采取下列措施。

① 只要按下关门按钮, 即使光电装置的光线被挡住, 电梯照样关门。

② 当连续数十秒光线被挡后, 电梯仍会自动关门。

③ 门的超声波装置安全指令 (USDS)。利用检测超声波从发射到接收之间的时间间隔, 检测是否正有乘客进出轿厢, 从而避免电梯门边缘碰到乘客。

3) 电子监控门开关装置 (EOM)。装置包括光电装置及门移动控制装置。

① 以交通情况关门, 即使乘客间歇地进出, 门仍会保持开启, 如果光线没有被遮挡, 在预定时间后, 装置将关闭轿厢门、层站门 (通常约 1s, 但可调节)。

② 即使光线被遮挡, 如连续不停地按下关门按钮, 门亦将以正常速度关闭, 放开关门按钮, 门将再度开放。