

电梯实用技术系列书

朱德文 杨祯山 张筠莉 著

智能控制 电梯工程系统



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



电工电子图书中心

010-63416214

责任编辑：

马淑范

电梯实用技术系列书

封面设计：郝晓燕

电梯选型、配置与量化
电梯使用、保养和维修技术
电梯施工技术
升降机运行与控制
电梯电气设计
电梯群控技术
智能控制电梯工程系统

ISBN 978-7-5083-4848-3



9 787508 348483 >

定价：25.00 元

销售分类建议：建筑

电梯实用技术系列书

智能控制电梯工程系统

朱德文 杨祯山 张筠莉 著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为套书之一,是介绍和讨论智能控制技术在电梯工程系统上的应用的一部专著。本书特点是选材前沿,对国内外先进的电梯产品和用之有效的智能控制技术阐述详尽,几无遗漏;引用国外大量参考文献和资料,把先进的电梯智能控制技术介绍到国内,既有先进的电梯智能技术理论,又有实际应用部分的内容。本书主要包括三部分内容:电梯交通系统动态特性技术及其应用(第1、2、4、9章);电梯群控智能控制系统(第3、5、6、7章);厂家先进的电梯群控产品和技术(第8章)。

本书主要适用于要掌握电梯智能控制技术、先进的电梯产品和系统部件的人员,要设计、安装和维修先进电梯系统的人员,把电梯智能控制技术作为一个应用分支的控制理论工作者、电气人员和建筑设计人员,以及高等院校有关专业师生等。

图书在版编目(CIP)数据

智能控制电梯工程系统/朱德文,杨祯山,张筠莉著.北京:
中国电力出版社,2007

(电梯实用技术系列书)

ISBN 978-7-5083-4848-3

I. 智... II. ①朱... ②杨... ③张... III. 电梯-智能控制 IV. TU857

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第119628号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

2007年3月第一版 2007年3月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 16.5印张 427千字
印数 0001—3000册 定价 25.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

序 言

在现代社会和经济活动中,电梯已是城市物质文明的一种标志。在高层建筑中,电梯是不可缺少的垂直运输设备,每幢大型高楼都可以说是一座垂直的城市。因此,电梯的好坏,尤为重要。而电梯技术的发展与此紧密相关。

我国建筑业、智能建筑业、房地产业和汽车产业的飞速发展,带动了电梯业、升降机业和机械停车场业的发展,因此,迫切需要一整套与之适应的电梯技术系列书,以供学习和参考。

但是由于我国引入很多国外的电梯产品(包括中外合资的电梯产品),这些产品在国际上都是比较先进的,而我国目前的电梯技术与此相比相对落后,这是不正常的。目前,我国已出版的电梯书籍包括电梯电气、电梯机械设计、安装、维修方面的,还有中英文术语方面的,但缺电梯群控、智能控制和国外先进电梯技术的系统介绍,更缺电梯交通配置方面的,缺少电梯交通配置的量化表示。这与我国飞速发展的电梯业非常不相称,为了弥补这些不足,特编写《电梯实用技术系列书》。

一、系列书内容

现拟包括如下8部:《电梯选型、配置与量化》、《电梯使用、保养和维修技术》、《电梯施工技术》、《电梯电气设计》、《升降机运行与控制》、《电梯群控技术》、《智能控制电梯工程系统》、《电梯安全技术》。

二、系列书特点

(1) 先进性。充分体现电梯交通系统统计特性和动态特性的现代研究成果。所谓电梯交通系统的统计特性是指用统计学方法研究电梯交通系统的统计规律;所谓电梯交通系统的动态特性是指用智能控制理论研究电梯交通系统的非线性、模糊性和不确定性等特性,实现电梯交通最优配置。

(2) 系统性。贯穿电梯交通配置这个中心内容。所谓电梯交通配置技术是指电梯配置的工程可行性研究、电梯交通配置分析、配置设计、电梯电源设计、电梯生产、安装、使用、维修,即电梯生产的全过程所依赖的技术。

(3) 实用性。编著者从电梯生产实践中收集资料,上升到技术理论,再用来指导电梯生产和使用实践。

(4) 全面性。编写过程中,广泛收集国内外电梯文献资料进行参考,力求全面、系统。

(5) 规范性。以国家电梯标准和建筑设计标准为衡量的准绳。

(6) 文笔生动流畅,图文并茂。

虽然编著者尽了最大程度的努力,以保证本系列书的质量,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,在此恳请读者和同仁不吝指正。

朱德文

于 沈阳建筑大学

2006年5月

前言

随着我国科学技术的发展和电梯技术的不断进步,智能控制技术在电梯工程系统上的应用愈来愈深入和普及,也愈来愈引起专业人员的关注和重视。本书主要是介绍和讨论智能控制技术在电梯工程系统上的应用的一部专著,也是由著者主持的国家自然科学基金资助项目(69874026)的应用内容。

可能有的读者要问:本书和本套书中的《电梯群控技术》有没有重复?有没有联系?回答是:没有重复,但有联系。我们知道电梯交通动态特性是指用模糊逻辑、神经网络等人工智能技术研究电梯交通系统的非线性、模糊性及不确定性等特性,实现电梯交通最优配置。所以两者的内容都是属于电梯交通动态特性的研究范围的,都要用智能控制这个技术工具。但是它们介绍和论述的重点不同:《电梯群控技术》的内容是利用智能控制技术达到电梯群控的目的;而本书的内容是利用智能控制技术改进和提高电梯系统和系统部件的性能指标。

有一些选材内容和写作方法上的问题需要向读者作个说明:

(1) 无机房电梯技术是近十年来出现的新型电梯技术,在第8章中作了比较充分的介绍。通力电梯公司在1996年首先推出的无机房电梯产品,对无机房电梯技术的出现和发展起了重要作用。其产品和技术在本实用技术系列书《电梯选型、配置与量化》第12章中已作了介绍,故本书未过多涉及。

(2) 著者的意图,要把电梯智能控制技术在有限的篇幅中比较全面地写出来。而电梯智能控制技术大致应用在下述几个方面:在电梯交通动态特性中的应用,在电梯群控和管理上的应用,在智能大楼中的应用,在计算机控制中的应用,在双层轿厢电梯技术中的应用,在高层建筑的高速电梯中的应用,在无机房电梯技术中的应用。这就大体上构成了本书的中心内容。

(3) 著者的另一个意图,要把国外先进的电梯智能控制技术介绍进来,并由此把我国的电梯交通配置技术推向世界前沿。近些年来国内的电梯技术发展的比较快,这些先进的电梯智能控制技术在国内外合资的电梯厂家中差不多都能见到和找到。这是一件可喜的事情。

(4) 对智能控制电梯工程系统的发展趋势,不是抽象的列出几条,而是通过事例和事实来说明。

(5) 为了使本书实用而不空谈电梯技术理论,本书多次引用各个电梯厂家的产品说明,在此,对各厂家表示感谢;此外,在介绍和论述电梯智能控制技术中,注重实用性,以便于其能够更广泛的应用于电梯产品生产和制造之中。

本书第4章由教授级高工杨祯山博士撰写,第3章和第5章由张筠莉副教授撰写,第6章由张筠莉和朱德文教授合写,其余各章和最后统稿均由朱德文教授撰写和完成。撰写中得到相关专业人士的大力协助,在此深致谢意!

由于著者学识有限,本书难免有这样那样的错误和不足,恳请同仁及读者不吝批评和指正。

朱德文

于 沈阳建筑大学
2006年10月



目 录

序言
前言

第1章 绪论 1

- 1.1 智能控制中的电梯系统 1
 - 1.1.1 智能建筑 and 智能控制 1
 - 1.1.2 楼宇自动化中的电梯交通系统 2
- 1.2 智能控制和电梯交通配置 4
 - 1.2.1 电梯交通配置和电梯交通统计特性 4
 - 1.2.2 电梯交通动态特性 5
- 1.3 智能控制和电梯工程系统技术 6

第2章 电梯交通动态特性技术及应用 8

- 2.1 电梯交通动态特性技术理论和分析描述 8
 - 2.1.1 电梯交通动态过程描述 8
 - 2.1.2 电梯复杂性的模糊逻辑描述 10
 - 2.1.3 电梯综合技术应用 14
 - 2.1.4 调动电梯方差分析 16
- 2.2 电梯交通动态特性技术及控制 20
 - 2.2.1 电梯群控 M10 调度技术 20
 - 2.2.2 电梯群控 M10 终点呼叫瞬时分配系统 22
 - 2.2.3 电梯交通上升峰值控制 25
 - 2.2.4 日本住宅电梯要求及控制 28
- 2.3 电梯交通分区和算法 30
 - 2.3.1 电梯交通动态分区原理和效果 31
 - 2.3.2 动态分区目标和所用参数 31
 - 2.3.3 上、下峰值交通和分区数学模型 32
 - 2.3.4 分区的实施和仿真 33
- 2.4 电梯交通系统的故障和可靠性分析 35

2.4.1 电梯故障的模糊性描述	35
2.4.2 电梯用变频器的可靠性分析	36
2.5 微机变频自动扶梯节能模式	38

第3章 电梯群控管理技术 41

3.1 电梯群控管理系统组成	41
3.2 群控管理方法和控制	42
3.2.1 电梯群控管理方法流程	42
3.2.2 群控管理控制	45
3.3 多目标最优化控制	46
3.3.1 由专家系统和模拟系统组成的多目标控制	46
3.3.2 包含建筑物在内的交通模型	47
3.3.3 电梯交通模型的公式化	48
3.3.4 使总运行时间最小化的数学规划问题	49
3.4 双层电梯改造工程	51
3.4.1 施工对象和施工条件	51
3.4.2 双层电梯运行方式	52
3.4.3 施工过程	53
3.4.4 脱离群控和设备搬运	54
3.5 改进电梯安全的冗余技术	54
3.5.1 电梯故障事件种类	54
3.5.2 可靠度的换算	55
3.5.3 对偶然失效期等的描述	56
3.5.4 电梯安全电路的可靠度	57
3.5.5 制动器的可靠度	58
3.5.6 电梯金属绳的可靠度	59
3.6 智能大楼中的电梯交通系统	60
3.6.1 智能大楼中的电梯系统构成	60
3.6.2 运行时间测量实验	61
3.6.3 前世界贸易中心大楼交通流量移动时间计算	65
3.6.4 Kiuibei 旅馆客梯交通位置设计	68
3.6.5 Kiuibei 旅馆客梯交通位置计算	70
3.6.6 电梯配置台数和不同时间下的负载	71

第4章 智能建筑电梯交通流仿真 77

4.1 电梯群控系统客流仿真概述	77
4.1.1 电梯群控系统交通流仿真的发展	77
4.1.2 电梯群控系统客流仿真的目的	77
4.1.3 电梯系统建模性能指标	78
4.2 电梯控制系统的客流模型	78
4.2.1 乘客的到达时间和起始层分布	79

4.2.2 乘客目的楼层的分布和确定	80
4.2.3 仿真软件和应用实例	81
4.3 高级电梯交通仿真器 (ALTS) 的开发	83
4.3.1 电梯仿真功能描述和模型描述	83
4.3.2 电梯控制	84
4.3.3 测试案例	85
4.4 探讨电梯用于火灾疏散问题的仿真处理	88
4.4.1 电梯用于疏散问题的提出	88
4.4.2 应急疏散问题	88
4.4.3 实际案例的调查分析	89
4.5 疏散时间的计算方法	92
4.5.1 电梯疏散时间、启动时间和环行时间	92
4.5.2 停车时间	93
4.6 疏散安全措施和安全建议	96

第5章 计算机控制中的电梯群控技术

5.1 虚拟电梯模型和梯群的计算机控制	98
5.1.1 虚拟电梯模型	98
5.1.2 梯群的计算机控制	100
5.2 电梯群控的计算机辅助设计	101
5.2.1 电梯土建布置系统的计算机辅助设计	101
5.2.2 电梯交通配置中的计算机辅助设计	104
5.3 单台电梯仿真模型	107
5.3.1 单台电梯仿真模型设计思路	107
5.3.2 程序设计的主要流程图	108
5.3.3 仿真模型	108
5.3.4 电梯控制测试结果	110
5.4 梯群仿真	110
5.4.1 梯群仿真输入参数	111
5.4.2 静态与动态参数的确定问题	112
5.5 动态仿真和交通模式设计	113
5.5.1 动态仿真设计	113
5.5.2 交通模式设计	116
5.6 特殊运行和监控模式设计	119
5.6.1 特殊运行模式设计	119
5.6.2 系统监控模式设计	121

第6章 双层轿厢电梯智能控制技术

6.1 双层轿厢电梯交通计算和分析	122
6.1.1 双层轿厢电梯的优缺点和计算研究	122
6.1.2 双层轿厢电梯交通分析	123

6.2 双层轿厢电梯交通乘客候梯率和计算公式	123
6.2.1 双层轿厢电梯交通乘客候梯率	123
6.2.2 双层轿厢电梯交通计算公式	124
6.3 双层轿厢电梯交通实施流程和交通分析例	126
6.3.1 双层轿厢电梯交通实施流程	126
6.3.2 双层轿厢电梯交通分析例	126
6.4 一井双梯系统	127
6.4.1 一井双梯设计基本思路	127
6.4.2 一井双梯系统的使用和结构	128
6.4.3 一井双梯系统的安全设施	128
6.4.4 一井双梯系统布置方式	129

第7章 电梯智能控制系统

7.1 速度最快的电梯交通系统	132
7.1.1 电梯驱动和控制系统	132
7.1.2 抑振和大气压力控制	133
7.1.3 新型机械技术	134
7.2 直线电机垂直运输系统	136
7.2.1 由线性电动机驱动的垂直输送系统的实验研究	136
7.2.2 垂直模型系统实验模型	136
7.2.3 比例模型系统	138
7.3 TALO 新型驱动系统	140
7.3.1 TALO 驱动原理	140
7.3.2 TALO 驱动系统组成	141
7.3.3 TALO 驱动效果	142
7.4 Miconic10 电梯智能化控制系统	143
7.4.1 Miconic10 群控系统功能特点	143
7.4.2 Miconic10 的功能、布置和运行特点	144
7.4.3 厅外呼梯键盘与召唤盒的布置	146
7.4.4 Schindler Lobby Vision 大楼管理系统	147
7.4.5 迅达 500P 智能电梯	148
7.5 日立电梯群控操作系统	151
7.5.1 日立全自动 CIP 梯群监控系统	151
7.5.2 日立电梯群控操作方式	151
7.5.3 电梯群控学习功能及智能系统	153
7.5.4 极大极小控制	153
7.5.5 优先分配控制和到达预报系统	154
7.5.6 特定楼层运行和集中控制	155
7.5.7 日立群控操作系统的各项基本功能	157
7.6 电梯故障远程监控系统	159
7.6.1 电梯监控系统	159

7.6.2 电梯远程监控系统	161
7.6.3 利用 GPRS 技术的电梯远程监控系统	163
7.7 三种型号的电梯群控系统的比较	166
7.7.1 比较概要	166
7.7.2 子系统图形比较	166

第8章 电梯群控产品技术 172

8.1 Smart Com11 群控系统	172
8.1.1 Smart Com11 群控系统特点	172
8.1.2 Smart Com11 控制系统的管理、控制和驱动	174
8.1.3 Smart Com11 控制系统的构成和性能	176
8.1.4 SM-ICM-C 控制系统结构功能	177
8.1.5 SM-ICM-C 控制系统群控操作	180
8.2 VVVF 电梯驱动系统	181
8.2.1 驱动系统构成	181
8.2.2 VVVF 控制效果	182
8.2.3 在高速电梯中的应用	185
8.3 小机房电梯	187
8.3.1 小机房无齿轮标准乘客电梯	188
8.3.2 ELCOSMO 小机房电梯	189
8.3.3 ELBRIGHT 小机房电梯	195
8.4 无机房电梯	198
8.4.1 无机房电梯的标准和要求	198
8.4.2 Evolution 无机房电梯	203
8.4.3 行星顶式无机房电梯和行星电梯曳引机	206
8.4.4 无机房标准乘客电梯	209
8.4.5 GeN2 无机房电梯	211
8.4.6 ELENESSA 新型无机房电梯	214
8.4.7 变频调速无机房电梯	216
8.5 无机房电梯的布置方式和设计事项	217
8.5.1 无机房电梯曳引机的几种布置方式比较	217
8.5.2 无机房电梯设计事项	218

第9章 智能控制电梯工程系统的发展趋势 221

9.1 超高层建筑的电梯技术和电梯振动抑制技术	221
9.1.1 超高层建筑电梯交通配置的实现	221
9.1.2 超高层建筑的电梯控制技术	224
9.1.3 超高层建筑电梯技术的发展趋势	225
9.1.4 高速电梯的气动力特性研究	226
9.2 电梯拖动技术的发展	228
9.2.1 电梯曳引技术的发展	228

9.2.2 永磁同步无齿轮曳引机电梯的特点	229
9.2.3 永磁同步无齿轮电梯产品和技术	230
9.2.4 永磁同步无齿轮电梯的应用事项	231
9.2.5 电梯曳引系统配置使用钢丝绳问题	233
9.3 先进电梯和部件技术	235
9.3.1 曳引机结构	235
9.3.2 CANopen 的应用	235
9.3.3 轿厢位置检测	237
9.3.4 上行超速保护等器件和要求	239
9.3.5 新标准的推出对产品发展的影响	241
9.4 数字电梯和节能技术	243
9.4.1 数字电梯技术	243
9.4.2 电梯节能和环保技术	245
参考文献	247

本书的目的是要了解、掌握、设计和应用电梯工程系统,特别要掌握智能控制的电梯工程系统。为此,首先要了解智能控制和电梯系统,智能控制和电梯交通配置的关系,以及智能控制电梯工程系统技术的现状、内容和特点。

1.1 智能控制中的电梯系统

1.1.1 智能建筑 and 智能控制

建筑设计中由于钢架结构技术的不断进步与完善,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州的Hartford市改建,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11万m²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、低劳动运营成本和高安全性的大厦管理系统称为智能建筑管理系统(IBMS)。

目前国际智能建筑研究机构对智能大厦给出的定义是: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式系统(Distributed Control System),运用计算机技术(Computer)、控制技术(Control)、通信技术(Communication)和图形图像显示技术(CRT),通过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集成的一体化集成系统,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。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大楼。

综上所述,智能大楼的综合功能体现在:先进的楼宇自动化系统(BA)、通信自动化(CA)系统、办公自动化(OA)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2.6万 m^2 ,共88层,421m,它是中国内地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

根据智能建筑的基本内涵可知智能大厦由三大子系统构成: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)。

先进的通信系统是以大楼数字专用交换机为中心,在楼内联接程控电话系统、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联,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:

(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、变配电设备、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是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梭(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(Applications of 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管控制(Supervisory Control)。电梯系统的监管控制负责调整一组(群)电梯中的轿厢,目的是有效的利用梯群。一个好的监管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,最大程度地满足人们对便捷和舒适性的要求。

我国的电梯配置与电梯交通系统特性的研究与国外相比还处在落后状态,20世纪80年代以前,基本上处于消化国外电梯配置理论和特性研究的阶段。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。

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。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

一、电梯交通配置

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、安装及维护诸环节。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。其实质是不妨把建筑物类型、建筑物规模、电梯曳动类别、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。自 1984 年出现智能建筑以后, 电梯交通系统成为楼宇自动化的一个重要子系统了。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。

二、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 年代起直到 70 年代, 形成了一整套电梯交通配置理论的统计学公式。最早的著名论文是 1923 年 Jones Basset 提出的 “The probable number of stops made by an elevator”, 以后, 有 1955 年瑞士人 Joris Schröder 的论文 “Probable reversal floor calculation”, 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。著者于 1988 年建立了 “电梯交通系统整体分析数学模型与变量关系图” 理论, 有助于从整体上掌握电梯交通的统计特性。

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: 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 n 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,有些时候,不对其他交通流(例如午餐交通流)峰值进行研究,将是危险的。

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,棚桥徹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:

(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诸于世。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, Schindler 电梯公司的 MiconicVX™/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) 电子新技术的应用。