

电梯交通配置理论与应用

刘 剑 朱德文 李 斌◎著

D

IANTIJIAOTONGPEIZHILILUNYUYINGYONG



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

学术前沿研究

辽宁省教育厅高校科技专著出版基金资助

电梯交通配置理论与应用

刘 剑 朱德文 李 斌◎著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电梯交通配置理论与应用/刘剑,朱德文,李斌著.——北京:
北京师范大学出版社, 2012.7
ISBN 978-7-303-13989-7

I. ①电… II. ①刘…②朱…③李… III. ①电梯—智能
控制 IV. ①TU857

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 017297 号

营销中心电话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com.cn>
电子信箱 beishida168@126.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印 刷: 北京京师印务有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 155 mm × 235 mm
印 张: 15.5
字 数: 260 千字
版 次: 2012 年 7 月第 1 版
印 次: 2012 年 7 月第 1 次印刷
定 价: 30.00 元

策划编辑: 范 林 责任编辑: 范 林 郭晨跃
美术编辑: 毛 佳 装帧设计: 天泽润
责任校对: 李 茵 责任印制: 李 啸

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

内容提要

本书从统计特性和动态特性两方面阐述了电梯交通配置理论的基本内容，并给出了在各类建筑物中，特别是在高层建筑物中的具体配置应用。本书的主要特点为：理论结合实际，给出了电梯交通分析的量化表示，电梯选型与配置的基本方法，并为进一步进行电梯交通配置理论的深入研究打下了基础。

本书适用于电梯设计、配置设计、管理和营销人员，大楼电梯业主，建筑设计、预决算、工程造价和施工人员，电梯技术和建筑技术研究人员，以及高等院校有关专业师生等。

前言

随着高层建筑物兴建的不断增加和电梯节约能源的迫切性，电梯交通配置技术愈来愈受到重视，对电梯交通分析和配置需要量化表示。为适应和达到上述目的，需要有电梯交通配置理论和应用方面的书籍。

本书从统计特性和动态特性两方面阐述了电梯交通配置理论的基本内容，并给出了在各类建筑物中，特别是在高层建筑物中的具体配置应用。理论结合实际是本书的显著特点。

本书第6章和第7章由沈阳建筑大学的刘剑教授撰写，其中付国江老师参与了部分撰写工作；其余各章均由朱德文教授撰写。最后定稿和校对由朱德文完成。李斌教授参加了本书的策划和部分工作。

本书的出版得到了辽宁省教育厅的资助，在撰写和出版过程中得到北京师范大学出版社和沈阳建筑大学科研处的鼎力支持，特别是得到了出版社范林编辑自始至终的关照；也得到了上海三洋电梯公司总经理申益洙先生，辽宁省标准化研究院孙慧媛女士在资料提供和查阅方面的协助。著者谨对上述部门和各位表示由衷的谢意！

由于著者水平所限，或许考虑不周，书中可能有这样那样的不足，诚恳欢迎读者和有识之士批评指正。

著者启
2011-07-10

目 录

绪 论	(1)
第 1 章 电梯交通配置理论概述	(8)
第 2 章 电梯交通配置原理研究	(15)
2.1 电梯交通系统新论	(15)
2.2 系统整体分析数学模型和变量关系图	(29)
2.3 电梯单元参数取值研究	(38)
2.4 电梯交通运行特性分析	(47)
第 3 章 电梯运行周期计算研究	(54)
3.1 单程快行和单程区间快行服务方式的 RTT 研究	(54)
3.2 各层服务和往返区间快行服务方式下的 RTT	(60)
3.3 电梯运行周期计算举例	(65)
3.4 电梯交通系统输出量计算研究	(68)
第 4 章 电梯交通最优配置及 CAD 研究	(80)
4.1 电梯多目标最优化控制	(80)
4.2 电梯交通计算机辅助设计(CAD)研究	(87)
第 5 章 电梯交通系统选型技术	(96)
5.1 无机房电梯的开发和选型	(96)
5.2 高层建筑电梯选型	(104)
5.3 电梯选型配置中的节能技术	(106)
第 6 章 电梯交通动态配置理论研究	(110)
6.1 电梯交通系统智能控制	(110)

6.2	电梯交通系统动态配置	(115)
6.3	基于遗传算法的配置	(126)
第7章	电梯交通动态配置应用研究	(132)
7.1	基于排队论的配置	(132)
7.2	基于粒子群的神经网络配置	(139)
7.3	电梯交通一体化控制系统	(146)
7.4	可变速电梯系统	(151)
第8章	多轿厢电梯系统配置技术	(156)
8.1	双层轿厢电梯交通配置技术	(157)
8.2	双轿厢电梯配置技术	(183)
第9章	电梯交通配置技术及应用例	(192)
9.1	高层建筑电梯群控应用例	(192)
9.2	办公楼电梯交通配置工程	(209)
参考文献		(217)
专业术语中英文对照		(234)

绪 论

电梯交通配置包括哪些内容？为什么要掌握电梯交通配置技术？怎样学习和掌握电梯交通配置技术？这是每位读者在读这本书时首先要了解的问题。

1. 电梯交通配置概念

电梯交通配置(Elevator traffic dispatching)是指电梯交通系统分析, 电梯交通配置设计, 电梯选型, 电梯生产、安装和维修全过程以及电梯电源设计等。从设计上讲, 电梯交通配置过程作为建筑设计过程的一部分并不显得突出, 甚至在过去一段颇长的时期里, 常常被人忽略, 认为这个工作可有可无。从实用上讲, 电梯交通配置作用作为建筑设计的大楼的整体功能的一部分, 就显得非常重要了。大楼如果没有顺畅快捷的垂直交通输送, 那人们是一种何等的心情! 大楼就等于瘫痪了一样! 随着高层建筑和智能建筑的兴建和发展, 对电梯交通配置的要求越来越高, 电梯交通配置技术也显得越来越重要。我们应该明了: 作为要素, 电梯交通配置的质量当然和电梯电气设计、机械设计、电梯生产等的质量有关, 因为它们均是电梯交通配置中的一个要素。但是电梯电气设计、机械设计等的具体专业技术和生产工艺不属于电梯交通配置的内容。

在大楼设计之前, 电梯交通系统分析是指电梯设置的工程可行性研究; 分析之后要确定电梯井道位置及相关尺寸数据, 还要确定电梯台数及型号等。在大楼完工, 电梯开始运行之后, 电梯交通系统分析要研究和计算其性能指标, 是否满足智能大楼对垂直运输效率的要求以及如何提高垂直运输效率。电梯交通配置设计是电梯交通配置的核心内容, 包

括要调查建筑物的种类和用途,电梯选型数据,乘客流量情况,配置计算过程及应用的公式,性能指标的实际值与期望值,参数的选取以及电梯交通最优配置等。电梯电源设计包括对电源设备、电源线、变压器及过电流断路器等的选择及有关通量的计算。由于电梯机组启动频繁,负载波动大,加、减速快捷,所以电梯的电源设计具有它的特点。安装工程包括电梯订货程序、安装工艺流程、试运行前的调试及验收规程等。维修工程包括电梯安全操作规程、电梯维护检修制度、重要零部件的维修技术要求、电梯机房和井道的管理、紧急情况的处理、常见故障及排除方法等。

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。电梯交通配置所包括的环节在电梯生产全过程中所占的位置如图 0-1 所示。

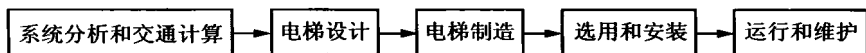


图 0-1 电梯生产全过程

2. 电梯交通配置研究的重要性

随着高层建筑物兴建的不断增加和电梯节约能源的迫切性,电梯交通配置技术愈来愈受到重视。难怪有人说:一幢配置了电梯的高层建筑物,哪怕是智能建筑,要看建筑质量的优劣,首先要看有没有电梯交通分析。再追问一句,就是要看有没有电梯交通分析的量化表示。

我们学习、研究和掌握电梯交通配置技术的目的是什么呢?虽然我国目前对电梯交通配置技术很重视,发表了不少这方面的资料和报道,可是有一个问题始终没有解决:缺乏对电梯选型与配置的数量化。要问对一座大楼设置的电梯的输送效率是多少?5分钟载客率是多少?平均行程时间又是多少?恐怕很少有人、很少有发表过的文章能回答出来。我们的第一个目的,就是要如实回答上述问题,给出电梯选型与配置的数量化。

第二个目的:给出电梯选型与配置的基本方法。这个基本方法现在用一句话说出来就是:先找出电梯单元参数取值,再求出电梯运行周期。当然,国内外有各种电梯配置方法,但是归根结底,其基本方法还是像刚才指出的那样。

国外有各种进行电梯交通配置的软件,我们可以搬过来用。问题是,外国有外国的特征,我国有我国的特色,适不适合中国国情?搬过来用也得知道个对错和来龙去脉,不能不知其所以然吧!况且,外国的

各种电梯交通配置方法及所编制的软件，所依据的原理和所应用的原始数据彼此并不相同，配置结果亦不一样，让我们相信哪家？建筑物有办公楼、住宅楼、旅馆、医院和百货大楼之别，高的，目前有高达 828 m、162 层的建筑物；低的，有 3 层一、二级旅馆、4 层医院和百货大楼、5 层疗养院、6 层办公建筑及 7 层住宅楼等（都必须设置电梯），它们的具体电梯配置形式及配置结果亦不相同。只要会用国外电梯交通配置软件就行了，这实在要不得！我们需要建立符合我国国情的电梯交通配置技术理论和应用数据。

我们的具体任务是：

(1) 建立符合我国国情的电梯交通配置理论。毋庸置疑，现阶段我国人民的办公条件和居住环境与外国的有差异，因此我国的电梯交通配置期望值标准与先进国家相比要低一些，配置数据也不一定和外国完全相同，建立起一套自己的电梯交通配置理论是必要的。

(2) 当前的迫切任务是，要进行电梯交通系统分析，要达到电梯交通配置数量化。那些高层的、复杂的、智能化的大楼尤其如此。

(3) 当前的实际情况是，许多设置了电梯的大楼没有进行过电梯交通分析，没有着手数量化的电梯交通配置。在大楼输送效率上或是一笔糊涂账，或是想做而无从下手，或是用文学语言简单地描述一番——本来是建筑工程，但不用工程语言描述。必须改变这种不正常现象。

(4) 电梯交通配置标准也应随之跟进制定。在电梯设计、生产制造、安装维修、安全检测、所用材料规定诸方面，我国有不下四十几项的规定、国家标准和部颁标准，但在电梯交通配置量化上却很少有这种标准。结果，建筑设计技术人员由于没有详细章法可依而“迷茫”（前中国建筑学会秘书长窦以德先生语）。

有一项推荐性标准“JG/T5010—92 住宅电梯的配置和选择”，算是离电梯交通配置内容最近的一项标准了。但怎样执行这项标准，没有详细解说。而且这里的性能指标数目还显得过少，还不涉及办公楼、旅馆、医院、百货大楼的电梯配置和选择标准。现在需要建立起各种类型的建筑物的电梯配置和选择标准——国内国外都是如此。

电梯交通配置的重要性体现在哪里呢？

(1) 世界各国对电梯交通配置都有一个从不重视到重视的过程。我国对电梯交通配置到了非抓不可的时候了。例如日本，直至 20 世纪 60 年代对电梯交通系统分析“尚未做过充分的研究”。1988 年 6 月，在联邦德国卡尔斯鲁厄召开的第二届国际电梯工程师协会年会（暨 ELEV-CON88 电梯技术会议）上，在技术报告的 6 个专题中有一个就是“电梯

乘客交通分析”。1995 年在香港召开的第 6 届 ELEVCON 国际电梯技术会议上, 电梯交通配置内容的论文占论文总数的 33%, 可见国外对电梯交通配置的重视程度。

我国急需电梯交通配置 CAD 及其软件技术。在我国建筑设计规程中, 只有按照人口数配置电梯台数的说明, 未讲明其来由, 不知道输送效率的高低, 很不科学。所以早在 2001 年, 前中国建筑学会秘书长窦以德先生(建筑设计专家)不无动情地说: “特别是近些年随着高层建筑的发展, 我又常为电梯的选用、设置而迷茫——那些因电梯数量不足引发的候梯时间奇长的现象频生, 但到底如何设置、安排, 又苦于找不到或是难于发挥现有权威性、科学性的指导性资料。在此前提下, 设计人在方案之初就只能听‘别人’的意见而带有盲目性的安排。”这就是说, 现在急需电梯交通配置以及用计算机完成的方法, 急需电梯交通配置 CAD 及其软件。

(2) 电梯交通配置技术能促进电梯业的发展。事实说明: 电梯交通手工计算配置优于凭经验配置, 而电梯交通计算机辅助设计(CAD)配置又优于手工配置。电梯交通配置是电梯业中一个不可忽视的组成部分, 必须高度重视。电梯业, 不管是在整个建筑业中, 还是和其他各个行业相比, 都占有举足轻重的地位。

(3) 电梯交通配置技术能促进智能建筑业的发展。兴建智能建筑已成为当今世界跨世纪性的开发热点, 也是各国综合国力的具体表征。电梯交通配置技术是构成智能建筑三大系统之一——楼宇自动化系统中的重要内容。智能建筑业的飞速发展必然要带动电梯交通业的飞速发展。没有电梯交通配置技术与之相适应, 智能建筑业的飞速发展将是不可想象的。当今在美国, 在新建和改建的楼房中, 70% 是智能建筑。日本到 20 世纪末, 有 65% 的大楼已达到智能建筑的标准。国内的智能建筑业也在飞速发展。据 20 世纪 90 年代末统计, 全国已建成智能建筑 1 500 多幢, 其中北京 700 幢, 上海 400 幢, 广东和江苏各为 250 幢和 200 幢。外刊预测: 21 世纪全世界的智能建筑有一半以上将建在中国。由此可见电梯交通配置的重要地位。

(4) 从投资和工程造价看电梯交通配置的重要性。建筑物中的电梯交通系统质量一直是国内解决不好, 又必须马上予以解决的重要的科技问题。因为电梯设备投资约占建筑物基建总投资的 10%。在智能大厦中, 包括电梯交通系统在内的工程造价甚至超过土木工程造价。所以进行电梯交通配置研究有重要意义。

(5) 电梯交通最优配置有重大经济和社会效益。因为它科技含量高,

是领导管理大楼进行决策的有利工具；能保障大楼安全，能提高大楼输送效率；可应用到有电梯的办公楼、旅馆、医院、百货大楼及住宅楼中，以及从事电梯设计的厂、所，电梯安装和维修部门中。实现电梯交通最优配置，可以不发生或少发生电梯事故，起到了节省电梯井道，节材和节能的效果。

在我国今后要大量兴建的商场、车站、展览馆、会议厅甚至地铁处，需要大量数量的自动扶梯和自动人行道，需要相应的技术。据 2003 年统计，我国汽车保有量为 1 100.074 万辆。随着汽车拥有量的大幅度提高，城市交通日益恶化，需要发展停车场业。汽车业特别是轿车业已经成为国民经济的支柱产业而纳入国家的产业政策。由于我国的停车场业正处于起步阶段，具有很大的市场潜力，所以我国停车场业的产业化前景光明。因此，电梯和自动扶梯的交通配置以及兴建自动化停车场，均有显著的经济效益、社会效益及环境效益。

3. 本书内容和背景说明

本书阐述了电梯交通配置理论和应用的基本内容，也是朱德文教授主持的国家自然科学基金资助项目“电梯交通系统的智能控制及最优配置研究”(69874026)的应用研究成果。其科研团队在这一项目研究中取得了下列两项原创性研究成果：

(1)在“电梯交通配置”研究方向上，系统整体地揭示了电梯交通动态特性、统计特性及其内在联系。

①在 20 世纪 70 年代中期，在建立计算机电梯群控系统以后，电梯交通分析已由统计特性描述进入到动态特性描述阶段，给出了由统计特性描述到其动态特性描述的实验方块图。

②电梯交通系统的动态特性是指用模糊逻辑、专家系统、神经网络等人工智能技术描述电梯交通系统的模糊性、非线性和不确定扰动等特性，实现电梯交通最优配置。电梯交通系统的统计特性是指用统计学方法描述电梯交通系统的统计规律。

③揭示了电梯交通统计特性和动态特性间的内在联系。对统计特性研究得到的性能指标参数，如 5 分钟载客率等，在动态特性研究的领域内仍是重要的性能指标参数。即动态特性输出性能指标基本参数仍是统计参数，叫做“转化的统计特性指标”。

(2)创立了“电梯交通系统整体分析数学模型和变量关系图”理论，来研究和解决电梯交通配置问题。

①此系统整体由建筑物特性、电梯设备特性和电梯运行特性构成。以建筑物类型、规模、电梯曳动类别、电梯服务方式及轿厢门别等为其

输入量,以5分钟载客率、平均间隙时间、平均行程时间、台数及加速距离为其输出量,构成具有多输入—多输出的系统整体。在此系统整体中,把电梯看做控制对象,电梯设计过程看做(广义)控制器的控制过程,交通计算和校核过程作为反馈过程,从而构成电梯交通系统整体分析数学模型。

②电梯交通系统共有30多个变量,它们间有错综复杂的关系,这给配置设计带来了困难。但是如果把这些变量间的关系用逻辑图形的形式描述出来,系统和各个变量间的关系就一目了然了,这种形式就是变量关系图。

③揭示了电梯交通配置的实质:把电梯交通系统看做是一个具有多输入—多输出的系统整体,电梯配置和计算的过程就是其输出量值趋向于期望值的过程,系统整体的期望值构成了电梯交通系统的主要评价指标。

④上述这些概念、公式和学术观点,都已经自如地应用在朱德文教授的电梯交通配置实践中。

上述研究成果还体现在:

(1)建立了电梯运行周期 RTT 对于建筑物层数 n 的关系式,平均行程时间等关键参数表示式。

(2)在电梯交通系统的计算机网络技术上,提出了电梯交通配置CAD设计原理、配置步骤和配置框图;研制出电梯群控仿真模型,为电梯群控研究提供一个可视仿真环境。

(3)对电梯交通动态特性的研究,也包括对电梯交通统计特性的研究,为电梯交通实用配置设计解决了一系列技术和理论问题,为建立符合我国国情的电梯交通配置理论打下了基础。

本书内容是在完成上述工作的基础阶段成果后写成的。

4. 几个认识问题

正确认识和如实解决如下问题,会对掌握电梯交通配置理论和应用有好处。

(1)我国的(国外也如此)高层建筑物,包括超高层建筑物,多半没有解决电梯交通配置量化问题。要基本掌握这一方法,请主要参看本书的第3章电梯运行周期 RTT 计算研究和第9章电梯交通配置应用例。

(2)电梯交通单元参数取值,或者说电梯交通参数期望值,细致地说,国内国外并不一样,国内不一样,国外也不一样,因为其推导方法不一样,其原始根据不一样,应该公布其推导方法(这个保密实无必要)。有一个(经验)参数大家公认:电梯乘客人数 r 等于额定载重量 R 。

的 0.8 倍, 即 $r=0.8R_c$ 。其他就多半不一样了。建议读者多多收集、关注各种不同的电梯交通单元参数取值, 或者说电梯交通参数期望值, 从而找到公认的数值。本书的第 2 章第 3 节电梯单元参数取值研究, 会对您有些帮助。

(3) 电梯交通配置技术的应用和发展是和电子新技术、控制新技术密切配合的, 是和电梯软、硬件技术密切配合的。这方面请参看本书的第 6、7 章。

(4) 当前国内外的电梯论文几乎都属于电梯交通动态特性研究范围, 和实际相结合有所欠缺。读者看了本书第 6、7 章的内容后, 在和实际相结合上再往前思考一步就好了。

(5) 本书第 1 章介绍了电梯交通配置技术的发展, 发展方向之一是: 高层建筑的电梯交通配置技术研究。本书的第 9 章内容对您这方面的研究会有所帮助。发展方向之二是: 多轿厢电梯系统技术。请参看第 8 章。读者还应关心穿梭电梯及多种电梯运行形式在高层建筑物的综合应用。由于篇幅限制, 本书在这方面并没有深入写出, 只打下一个稳固基础。

(6) 欲深入掌握电梯交通动态特性配置理论, 请参看下列几本专著: 《电梯交通系统的智能控制与应用》(吉林大学出版社, 2002)、《电梯群控技术》(中国电力出版社, 2006)、《智能控制电梯工程系统》(中国电力出版社, 2007)。

第 1 章

电梯交通配置理论概述

电梯交通配置是指电梯交通系统分析, 电梯交通配置设计, 电梯选型, 电梯生产、安装和维修全过程, 以及电梯电源设计等。电梯交通配置设计可以看做是电梯设计的一部分, 只是过去不受人重视, 很少有人搞这种配置设计罢了。在建筑业特别是智能建筑业飞速发展的今天, 电梯交通配置设计愈来愈显得重要, 成为须臾不可或缺的一门技术了。

1. 电梯交通统计特性发展阶段

自 1889 年出现名副其实的电梯(在此之前应该叫做“升降机”)以来, 电梯交通配置技术伴随着电梯工程应用的发展而发展。大约在 20 世纪 20 年代, 出现了电梯交通配置的统计特性理论; 自 20 世纪 70 年代中期(1975 年)以后, 对电梯交通配置的统计特性研究阶段过渡到对其动态特性理论的研究阶段。

电梯交通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。电梯交通系统的 5 分钟载客率 CE 、平均间隙时间 AI 、平均行程时间 AP 、短区间内可能停站数 f_i 以及其他许多变量, 都是统计变量。是在大量统计数据的基础上, 应用概率论和数理统计原理, 得出的统计变量值或统计公式。知道了电梯交通变量的统计性质, 是掌握电梯交通配置中的统计特性的基本出发点。对于某次指定的电梯运行测得的具体数据不一定正好符合我们公认的数据; 但从大量的事实和统计规律看, 公认的数据即统计数据更具科学性, 而不受个别的偶然现象所左右。电梯工程技术的进步促使电梯交通配置理论的建立, 最早的电梯交通配置统计特性方面的论文是 1923 年 Jones Bassett 提出的“电梯出现的可能停站数”(The probable number of stops made by an elevator)。以后, 有

1955年瑞士人 Joris Schröder 提出的论文“可能转换层的计算”(Probable reversal floor calculation)。到20世纪70年代末期,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发展和拓宽。

2. 电梯交通动态特性发展阶段

电梯交通动态特性是指用模糊逻辑、专家系统、神经网络等智能控制技术研究电梯交通系统的非线性、模糊性、不确定扰动等特性,实现电梯交通最优配置。其中,模糊控制技术是电梯群控系统的核心技术。研究电梯交通动态特性,主要是研究电梯群控系统的设计、配置、运行和管理,提高输送效率,使之成为大楼(特别是智能大楼)整体功能的一部分。电梯群控系统是指将多台电梯分组,根据楼内交通量的变化,用计算机控制,实行最优输送的一种运行方式。

在电梯交通动态特性研究中,首先是日本人 Hitoshi Aoki 于1988年把人工智能技术引入电梯群控系统,建立了专家系统和模糊规则。接着,1990年棚桥徹等人研制出带有模糊控制的电梯群控系统 ELEX 系列。1992年,神经网络技术开始应用在电梯群控专利中;不久,日本东芝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。

3. 电梯交通配置现状

国内外电梯交通配置的现状可以用一句话概括:在技术理论上,以电梯群控系统为代表,主要研究电梯交通动态特性理论;在实用上,应该研究电梯交通统计特性理论。在论述电梯交通配置的现状时,也要涉及电梯电气和控制技术。

(1) 电梯交通配置国外现状

国外的电梯交通配置研究同生产实际密切结合。如 Otis 电梯公司、Schindler 电梯公司、日本 Fujitec 电梯公司等研制的技术同生产和产品密切结合。

G. C. Barney 是前国际电梯工程师协会(IEE)主席,专门从事电梯交通配置研究,他的成就代表了当今电梯交通配置这个方向的最高研究水平。英国人编制的电梯交通配置软件“Elevate”(1999年公布),其编制水平在世界上也位于这一研究方向的前列。

国外电梯用户注意电梯的维修和保养。国外电梯公司主要靠售后服务创效益,如美国 Otis 电梯公司 4.2 万名职工中,就有 2 万名从事售后服务工作的;又如日本的日立、三菱等厂商,它们的安装和维修量占总产值的 38%~46.5%。看来电梯交通配置的重要性不亚于电梯生产。

目前国外电梯交通配置的动态特性研究主要集中在下述几个方面:

①电梯交通系统的模糊特性

电梯交通系统具有模糊性,例如常用的“候梯时间短”或“候梯时间非常短”就是模糊的概念。计算机芯片不能接受含糊的回答,但却能使用模糊逻辑进行推理。由于乘坐电梯的每名乘客体重不同,故测量轿厢荷载的荷载传感器不能精确确定电梯乘客人数。在电梯交通中常常有不完整的信息数据。模糊逻辑能简化许多复杂问题,是使电梯交通中的不确定性确定下来的一种技术。国外使用带有模糊逻辑的电梯群控系统,编制了最新呼梯分配方法,平均候梯时间可减少 15%~25%,超过 1 分钟的长候梯率减少 40%~80%,效果很显著。

②电梯交通研究中的专家系统

有些困难的工程问题不能完全用数学作精确描述,而要靠经验的、尚未形成科学体系的知识。专家系统就是研究这类知识的表述、使用和获取的方法。计算机专家系统是一种知识信息的加工处理系统,其工作过程是个求解和探索的过程。电梯群控中的专家系统和模糊控制技术、神经网络技术均有密切的联系。

③电梯交通研究中的神经网络技术

利用模糊规则和专家系统固然能提高电梯交通系统的输送效率,但是仍有不足,所以国外从 1992 年起把神经网络技术引入电梯交通配置设计中,用来描述电梯交通的动态特性,其好处是:

(a)能识别交通流。模糊规则和专家系统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适应了。

(b)有学习能力。当专家事先设想的建筑物条件与实际建筑物不同时,专家系统和模糊逻辑就难以适用。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。此时多半需要对原先制定的规则加以修改。而带有神经网络的电梯群控系统具有学习能力。

(c)利用非线性和学习方法能建立适合的模型,进行高速推理,对电梯交通能进行短、长期预测。

(d)带有神经网络的电梯群控系统克服了模糊群控的缺点,能灵活应付建筑物中变化的交通流,校正任何误差。而模糊群控的性能往往取决于专家的技能。

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以及专家系统联合使用。模糊控制技术仍然是电梯群控中最基本的核心技术。