



基于最小候梯时间调度原则的 电梯群控技术研究

肖 青

(长江工程职业技术学院,湖北 武汉 430200)

摘 要:高层建筑是现代城市建设的标志,而电梯则是人们出入高层建筑的交通工具。合理的群控调度技术能够在电梯安全和舒适运行的情况下,缩短候梯时间。以六部十层电梯模型为控制对象,基于最小候梯时间的调度原则,进行了 PLC 控制程序的设计,并通过仿真软件验证了其可行性。

关键词:电梯群控;S7-1200 PLC;博图 V14;最小候梯时间调度原则

中图分类号: TU857

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2017) 05-0106-04

106

一、引言

我国正处在城市化建设进程中,建设的步伐不断加快。而密集的高层建筑已经成为城市化建设的标志,通常一座大楼需要三部以上的电梯来服务才能满足乘客要求。在电梯运行安全和舒适的前提下,其候梯时间和乘梯时间越短越好。这就要求在客流高峰期时,电梯能够在最短时间内将乘客运送到目标楼层。显然,各部电梯若是独立运行,易造成“扎堆”现象严重影响了电梯的使用效率。为此需要利用电梯群控技术来合理调度各部电梯协作运行。

二、群控算法现状

电梯群控算法总体分两类:即基于调度原则的群控和智能群控技术。群控调度原则,有以下三个研究方向:①分区调度原则。分区调度可利用动态分区和固定分区两种方法实现。由于电梯各层站呼梯的随机性,固定分区的调度方法将导致电梯忙闲不均,运作效率较低。而动态分区虽然解决了电梯忙闲不均的问题,但各区域范围和数目取决于电梯当前位

置、运行方向,算法较复杂,且无法准确预测其响应召唤的时间,不能合理分配。②最小候梯时间调度原则。根据各电梯所产生的呼梯信号,预测各电梯响应呼梯的时间,从中选择时间最短的电梯响应呼梯信号。③最短距离调度原则。计算当前电梯位置与外呼信号位置之间的距离,选取距离最小的电梯响应呼梯信号,未考虑内呼信号对群控调度的影响。

而智能群控技术主要有以下几类:①基于专家系统的电梯群控技术。所谓的专家系统,即利用存储在计算机内的某一特定领域内人类专家的知识来解决现实问题。基于专家系统的电梯群控技术,能够对呼梯信息进行加工处理,应用数学方法得出最佳的调度方案。三菱的 AI2100 系列,富士通的 FLEX 系列,日立的 CIP5200 系列,都使用了专家控制技术。其缺点是:系统运算能力有限,无法自动获取知识和进行自学习,仅适合结构简单、楼层较低的建筑。②基于模糊控制技术的电梯群控。模糊逻辑算法的原理是利用模糊数学中的隶属函数描述并综合考虑群控原则中的乘客候梯时间长短,楼层客流量大小,轿厢内乘客多少,电梯响应呼梯快慢等,将复杂的问题

收稿日期:2017-09-16

作者简介:肖青(1984-),女,湖北随州人,长江工程职业技术学院讲师,研究方向:电气自动化技术。

转化为简单清晰的数学形式进行求解。其缺点是：模糊逻辑的结果不够精确。③遗传算法技术。遗传算法通过模拟自然界的物种遗传过程来得出最优方案，而基于遗传算法的电梯群控系统则将候梯满意度、乘客满意度、能量损耗等因素作为评价函数来协调多部电梯的运行，从而提高群控系统的载客能力。

以上智能群控算法依赖于乘客流的信息，即需要获得候梯人数以及各乘客的目标楼层。这必须借助于电梯系统中的人流识别设备如摄像头、目的层呼梯板等来获得准确的乘客信息。而在传统的电梯系统中，仅通过外呼和内呼按钮是无法获取的。本文在此仅探讨针对传统电梯系统的控制算法，故选择最小候梯时间调度原则。

三、最小候梯时间调度原则

最小候梯时间调度原则又称为极大极小的调度原则。其原理如图1所示，对外呼信号进行分配之前，先根据电梯运行情况、厅外呼梯信号和内呼信号建立分别计算响应某外呼信号经历的楼层和停靠的次数，最终计算出响应某外呼所需要的时间。

经历楼层的计算方法如图2所示。以上呼信号为例，当检测到上呼按钮按下时，首先判断电梯是否运行。若电梯处于静止，则按照规则1计算经历楼层；若电梯处于运行，再判断是否有内呼，无内呼时

按照规则1计算经历楼层；有内呼时再判断电梯是否上行，若电梯下行则按规则2计算经历楼层；若电梯上行则按照规则3计算经历楼层。计算经历楼层的三种规则表示如下：其中Y表示电梯当前楼层，H表示内呼最值，N表示呼梯信号楼层，H2表示外呼后向呼梯最值。

计算经历楼层规则1： $|Y-N|$ ；

计算经历楼层规则2： $|Y-H|+|H-N|$ ；

计算经历楼层规则3： $|Y-H|+|H-H2|+|H2-N|$ 。

停靠楼层的计算。最短距离调度原则和最小候梯时间原则的区别与联系在于，二者都计算电梯经历的楼层，但最短距离调度原则却未考虑内呼对调度的影响。为简化程序，本系统中的停靠楼层的计算仅考虑内呼。若设群控系统中各电梯序号为m，则m号电梯响应X层上呼停靠次数登记方法为：当电梯上行，且电梯所在当前层小于呼梯信号层时，在电梯当前层与呼梯信号层之间有内呼信号则记为1，否则记0；m号电梯响应X层下呼停靠次数登记方法：电梯下行，电梯所在当前层大于呼梯信号层时，在电梯所在当前层与呼梯信号层之间有内呼信号则记为1，否则记0。最后将m号电梯响应X层上(下)呼停靠次数登记为1的所有楼层相加，记为m号电梯响应X层上(下)呼停靠次数。

最小候梯时间的计算公式为式(1)，其中T为响应某外呼所需的最小候梯时间， T_1 为经历每一楼层所需时间， K_1 为响应某外呼所需要的经历楼层， T_2 为停靠每一楼层的时间， K_2 为响应某外呼所需的停靠次数。

$$T=T_1 \times K_1 + T_2 \times K_2 \quad (1)$$

四、最小候梯时间调度原则的实现

我们在此以6部10层电梯为例进行系统控制设计和仿真，其电梯容量为14人，电梯运行时间为20分钟，乘客400人。PLC选择S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC，工作存储器内存为7.5K。控制对象选择北京德普罗尔科技有限公司的EES电梯仿真软件，PLC与EES软件采用Ethernet以太网通讯。PLC的编程软件采用博图V14，是西门子公司打造的集成自动化编程软件，能支持S7-1200、S7-1500、S7-300/400控制器。

在博图V14软件中，计算停靠次数如图3所示。以1号梯上行为例，当1号梯二层内呼按钮按下且1号梯当前楼层小于2，则记录二层内呼停靠次数为1，否则记录为0。当外层呼梯按钮按下，且1号梯当前楼层低于外层上呼位置，则将电梯当前楼层与外层上呼位置之间的所有内呼登记全部累加，即为响应此外层上呼所需要的停靠次数，否则停靠次数为0。

以计算1号梯响应某层上呼为例，当1号梯静止或者处于上行且1号梯楼层小于或等于外上呼楼

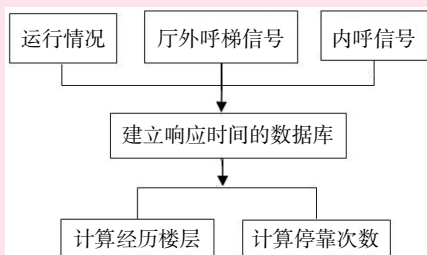


图1 最小候梯时间原则原理

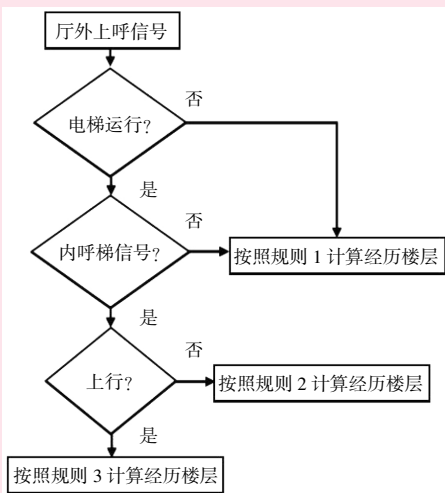


图2 经历楼层计算方法

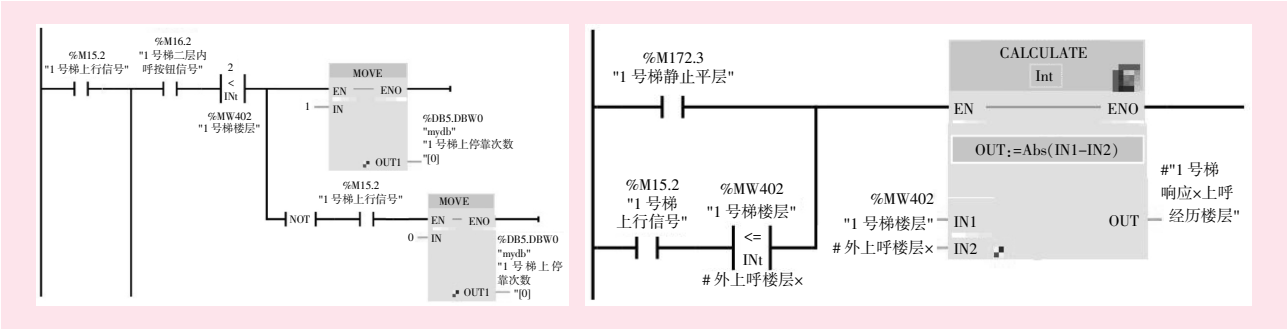


图3 停靠次数登记

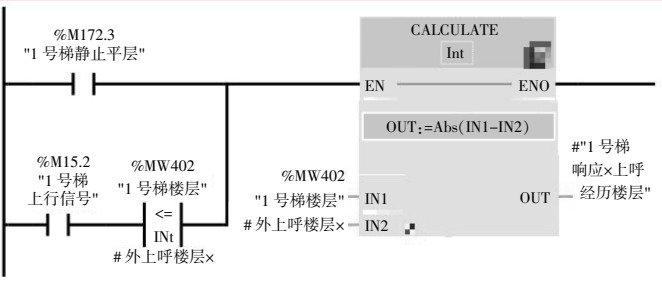


图4 计算经历楼层规则1

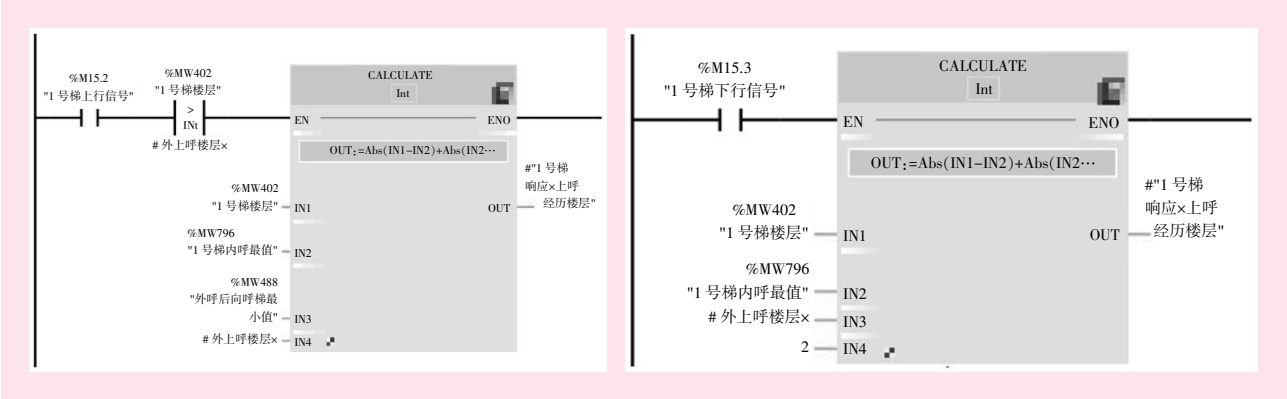


图5 计算经历楼层规则2

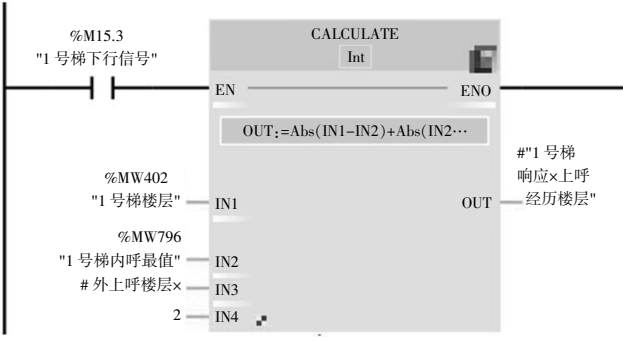


图6 计算经历楼层规则3

层时,选择图4规则1进行计算;当1号梯上行且1号梯当前楼层大于外上呼楼层时,选择图5规则2进行计算;当1号梯下行时,选择图6规则3计算。

程序中设置经历每层所需时间为1秒,而停靠每层时间为3秒。则根据式(1)可得出如图7所示的响应某上呼所需的响应时间。表1为最短距离分配与最小候梯时间调度原则的相关参数指标对比情况,可以看出考虑最小候梯时间调度能够减少乘客

平均候梯时间,且增加电梯运输乘客的数量。

五、结语

基于最小候梯时间调度原则,需依据电梯运行情况、电梯当前楼层、呼梯位置等信息,计算出响应某外呼所需要经历的楼层和停靠次数,从而计算其响应时间。我们本次设计在计算停靠次数时,为简化程序,节约内存,仅考虑与电梯同向且高于当前层的内呼。尽管最小候梯时间在乘客平均候梯时间、乘客平均乘梯时间等指标上比最短距离优越,但不能在20分钟内完成400人的载客量。为实现候梯时间和增加运量的优化控制设计,我们后续将在智能控制算法方面进一步展开研究。

参考文献:

[1] 张健,王笑竹.改进遗传算法的电梯群控系统设计[J].厦门理工学院学报,2015,23(3):42-46.
[2] 毛维映.电梯群控技术的现状与发展[J].科技创新与应用,2016,(15):78.
[3] 张景龙.电梯群控系统节能调度方法研究[D].天津:天津大学,2014.
[4] 李波.单台电梯 PLC 控制到电梯群控系统的研究[D].青岛:青岛科技大学,2014.
[5] 兰琪.电梯群控的优化调度研究[D].太原:太原理工大学,2016.

[责任编辑:詹华西]

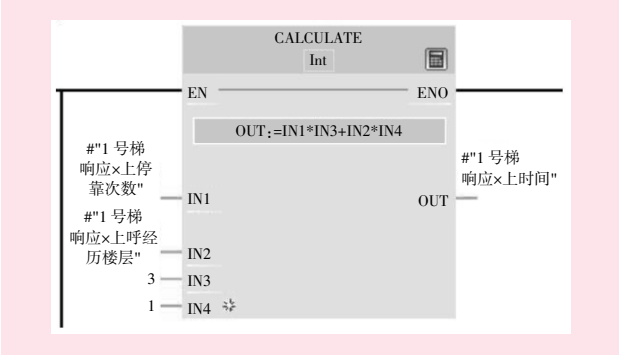


图7 1号梯响应时间

表1 两种分配原则的参数指标对比

参数指标	最短距离	最小候梯时间
乘客平均候梯时间	83.28	68.32
乘客平均乘梯时间	78.34	75.58
乘客长时间候梯率	0.37	0.31
系统运行总距离	1440	1548
系统启停次数	525	536
运输乘客数量	329	359

Research on Group Control of Elevators Based on the Shortest Waiting Time

XIAO Qing

(ChangJiang Institute of Technology, Wuhan430200, China)

Abstract: High-rise buildings is the sign of modern city, while elevators are vehicles for people to move in and out of high-rise buildings. The reasonable group control technology can shorten the waiting time of the elevator under the condition of safe and comfortable operation. The paper based on the principle of the shortest waiting time, choose the six elevators with ten stories as a control object, using S7-1200 PLC as the controller and Portal V14 software as programming tools. Finally the control strategy of the shortest waiting time is verified.

Key words: group control of elevators; S7-1200 PLC; Portal V14; the shortest waiting time

(上接第 93 页)

Design of Automatic Rotating Lifting Device in High Pressure Vessel

XIAO Qiong, YUAN Yong

(Wuhan Polytechnic, Wuhan430074, China)

Abstract: The design of the automatic rotating lifting device in the high-pressure vessel is introduced. The design of the driving device and the electromechanical control are described in details. The two key technical problems which are the underwater motor sealing and the position accuracy of the mechanism are solved. The multi-degree-of-freedom synthesis is achieved. This device has the characteristics of high pressure, reliable structure and high precision.

Key words: high pressure vessel; automatic rotating lifting device; structural design; underwater dynamic sealing