

# 基于目标距离的 VVVF 电梯速度控制\*

张 膺, 赵国军\*, 王均晖, 黄 坚  
(浙江工业大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310014)

**摘要:** 针对传统电梯速度控制技术中存在着的平层爬行、电梯运行效率不高的缺点, 提出了基于目标距离的 VVVF 电梯的速度控制方式的基本原理, 并采用嵌入式系统来实现其具体的控制过程。通过搭建试验平台进行实验测试。研究表明, 采用这种新型的电梯速度控制技术可实现电梯无爬行平层, 大大提高了电梯的运行效率。

**关键词:** 目标距离; 速度控制; 平层爬行; 电梯

**中图分类号:** TH39; TH236; TP273

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-4551(2010)12-0060-03

## VVVF elevator speed control based on desired distance

ZHANG Qiang, ZHAO Guo-jun, WANG Jun-hui, HUANG Jian

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

**Abstract:** Aiming at overcoming the shortages of traditional elevator speed control technique which are the relevelling crawl, the running inefficiency of elevator, the basic theory of VVVF elevator speed control system based on desired distance was presented and the specific control procedure was implemented by using embedded system. The results of the experiments indicate that using the new elevator speed control technique can achieve definite relevelling and raise elevator running efficiency.

**Key words:** desired distance; speed curve control; relevelling crawl; elevator

## 0 引 言

随着电梯产业的飞速发展以及人们生活水平的不断提高, 人们对电梯的要求越来越高。这就必然要求在保证安全的前提下尽可能地提高电梯运行的舒适性、快速性和稳定性<sup>[1-2]</sup>。

本研究提出了一种采用以目标距离为原则的电梯速度控制方式。通过运用绝对值编码器采集电梯轿厢的位置信号进行速度优化控制, 这样可以使电梯响应快, 消除爬行停靠, 达到了高精度直接平层, 从而极大提高了电梯的运行效率、舒适感和稳定性<sup>[3]</sup>。目前, 德国的 BP 电梯厂已经采用绝对值编码器技术作为电梯轿厢的定位技术, 为以目标距离为原则的电梯速度控制方式提供了技术基础<sup>[4]</sup>。

## 1 以目标距离为原则的电梯速度控制方式

### 1.1 目前常用电梯速度控制方式

#### 1.1.1 以时间为原则的电梯速度控制方式

以时间为原则电梯速度运行曲线如图 1 所示。其控制的方法其实是一种多段速的控制方式。电梯专用变频器里集成的速度控制模块根据电梯需运行的楼层数来计算电梯运行的最大速度<sup>[5-6]</sup>, 然后生成以时间为横坐标、速度为纵坐标的理想速度运行曲线, 将电梯运行过程中各个阶段的给理想速度曲线按时间等分原则离散化的速度值存储在 CPU 里, 然后按时间间隔发送速度控制指令。由于没有实时的位置值反馈回来, 并且主控器与变频器之间的通讯需要一定时间等

收稿日期: 2010-05-07

基金项目: 浙江省科技厅攻关项目 (c11g2020008)

作者简介: 张 膺 (1986-), 男, 湖北孝感人, 主要从事电梯速度控制与计算机实时控制方面的研究. E-mail: zhangqiang\_jay@126.com

通信联系人: 赵国军, 男, 教授, 硕士生导师. E-mail: cnzg@zjut.edu.cn

因素,导致电梯在运行至减速段的控制点处的实际运行距离与理论值有偏差,于是为了修复此偏差值,电梯在制停阶段存在着一个低速的爬行段来进行修正。因此该运行方式的运行效率低,平层精度不高,舒适性差。

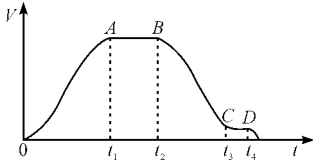


图 1 有爬行段的速度运行曲线(CD 为爬行段)

### 1.1.2 以相对距离为原则的电梯速度控制方式

此控制方式的电梯理想曲线是按照时间原则设计的。已经知道了电梯需要停靠的位置,并且可以通过旋转编码器测量出轿厢的位置,所以可以按照距离为原则对电梯进行精确的控制<sup>[7]</sup>。这种方式获得的位置反馈信号是连续的实时轿厢位置值,理论上能做到无爬行的直接停靠。但是,这种方式通过安装在电动机轴上的旋转编码器间接获得轿厢位置,由于曳引轮槽与钢丝绳之间存在着打滑现象,控制器极易失去轿厢当前准确位置,当进入减速段运行时它不得不通过井道磁开关不断校正电梯轿厢的位置,故它在实际停靠时也存在着爬行停靠,其速度运行曲线与按时间原则运行的速度曲线大致相同。

### 1.2 以目标距离为原则的电梯速度控制方式的基本原理

目标距离是通过绝对值编码器连续实时测得的轿厢实际位置即轿厢至欲平层位置的距离。其控制原理及理论运行速度曲线<sup>[8]</sup>如图 2、图 3 所示。

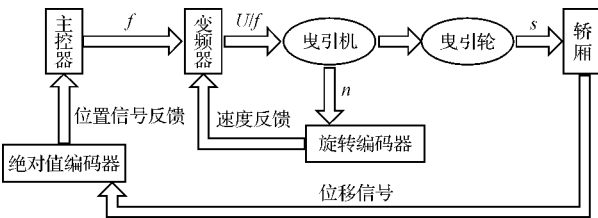


图 2 基于绝对值编码器的以目标距离为原则的控制方式原理图

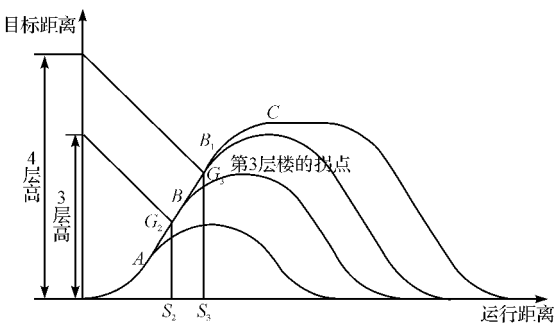


图 3 基于目标距离的电梯运行速度曲线示意图

(1) 采用了绝对值编码器直接获得轿厢位置信号,它不受钢丝绳打滑的影响;同时,绝对值编码器给出的是二进制编码,故它不存在丢失脉冲现象<sup>[9]</sup>。系统根据测得的目标距离实时计算电梯运行速度,给变频器发出速度控制指令,控制电梯的运行。

(2) 在电梯平层时,系统根据电梯的实时位置值计算出目标距离,在足够短的距离内给出减速信号,并给出相应的速度,达到减速点到平层位置速度的平滑过渡<sup>[10]</sup>。与此同时,旋转编码器又把电梯速度反馈给变频器,以便系统根据电梯的实时速度来调节系统的给出速度,提高电梯速度控制的实时性,同时提高了电梯的运行效率和舒适性。

(3) 在响应截梯信号方面,在每一楼层设置一个目标拐点(底层除外),当电梯按目标距离运行时,在到达每层拐点处检测此层是否有呼梯信号。无,则继续按原速度曲线运行;有,则目标距离实时变化为电梯当前的位置与此呼梯信号层之间的距离,然后速度优化模块再次计算出电梯的运行曲线,此时电梯可按此速度曲线响应呼梯。由于电梯各楼层的位置是固定的,各层拐点位置的确定比较容易。

## 2 以目标距离为原则的电梯速度控制系统的实现

### 2.1 速度控制系统的硬件结构

本系统硬件结构主要由 BP304 电梯主控制器、SIEI 变频器、绝对值编码器 AWG-05、旋转编码器、电梯运行速度优化控制模块等组成。其组成示意图如图 4 所示。其中速度优化控制模块选用 ATMEGA162 作为主控芯片,其芯片内部自带两个串口,最高支持 16 MHz 主频,其特点可满足系统的需要。并且选用 ATMEGA162 芯片可大大地简化硬件和软件设计,提高了系统的实时性。其硬件结构原理图如图 2 所示。相应的控制方案如下:

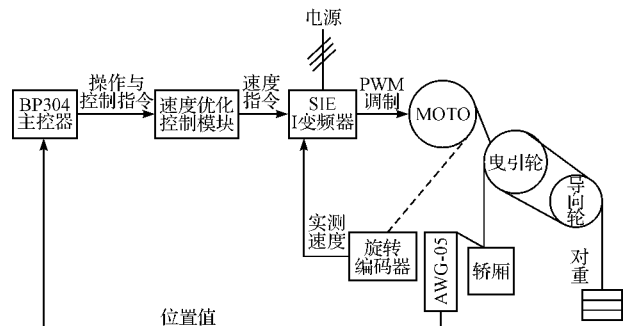


图 4 电梯速度控制系统框图

(1) 采用绝对值编码器直接将轿厢位置信号反馈

给主控制器,使系统能够得到电梯运行中轿厢准确的实时位置值;

(2) 采用旋转编码器反馈电梯的实际运行速度给变频器,由变频器对实时速度进行 PID 调节,形成双闭环的速度控制;

(3) 采用正弦曲线作为电梯运行的速度控制曲线;

(4) 设计速度算法,实现由目标距离值对电梯运行速度的实时控制。

### 2.2 速度控制系统的软件实现

本系统的软件实现的一个主要任务是解决速度优化控制模块与电梯主控器及变频器之间的实时通信问题。速度优化控制模块通过 RS485 接口接收电梯主控制器发送过来的电梯运行状态指令和位置指令,并返回相应的应答信号;同时,通过 RS422 接口向变频器发送相应的参数,在电梯静止时发送的是变频器初

始化参数,在电梯运行时发送的是电梯速度指令。电梯运行速度优化控制模块与电梯主控制器和变频器之间通讯中的字节接收和发送通过中断程序实现。

## 3 实验仿真

实验设备包括:电梯主控器 BP304, SIEI 变频器,绝对值编码器 AWG-05 及旋转编码器各一个,370 W 电动机一个,220 V 及 24 V 变压器各一个,嵌入式速度优化控制模块一个,O 形带及其他设备。

搭好实验平台后,假定每层楼高 3 m,利用 BP304 的虚拟井道技术模拟电梯分别运行 3 层楼高及 4 层楼高的实际运行。设定额定速度  $V_n$  为 2.5 m/s,标准正弦曲线的最大速度  $V_0$  为 1 m/s,角速度  $\omega$  为 1.6 rad/s。

测得在实验的环境下电梯的运行曲线如图 5、图 6 所示。

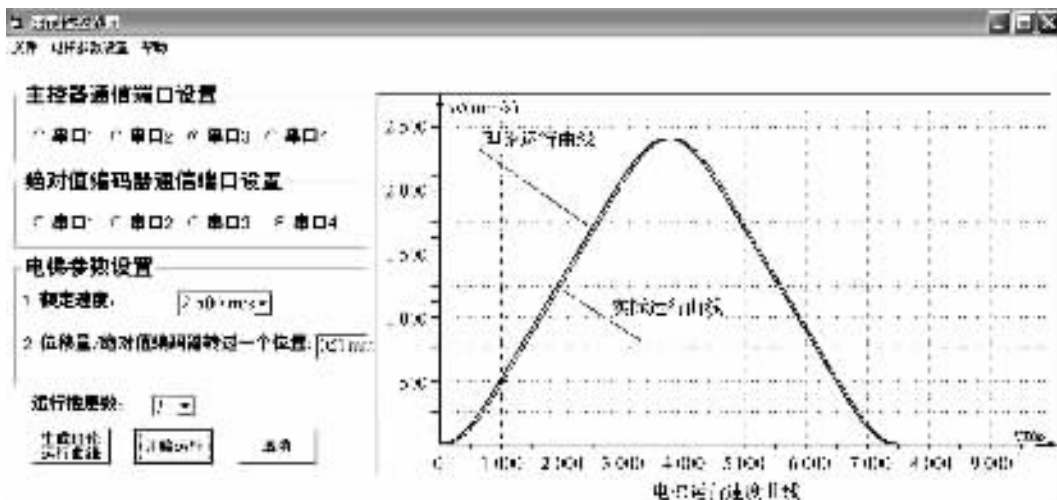


图 5 电梯运行 3 层楼高的速度曲线

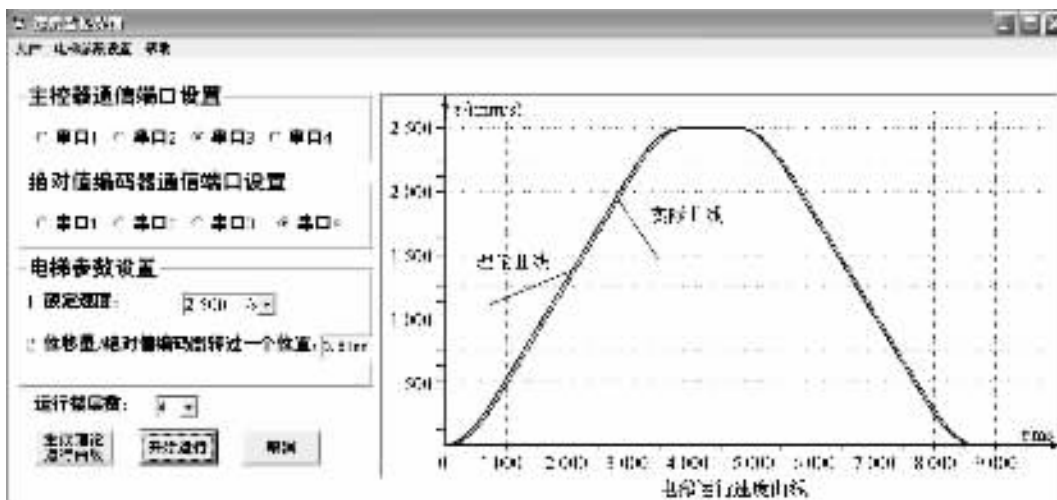


图 6 电梯运行 4 层楼高的速度曲线

### (1) 上位机和 PLC 之间的通信

根据前面的硬件设计,上位机和 PLC 之间通过网卡 CP5611 进行通信,借助于 VC++6.0 环境中的 MFC,编写了上位机程序,利用 MSComm 控件编写需要的串口程序,该控件用到了一系列属性和用户接口,可以利用 Get 函数和 Set 函数对其进行获取和设置。从而实现上位机和 PLC 之间的通信<sup>[9-10]</sup>。

### (2) PLC 和 ET200 的通信

为了实现从站的控制,必须对 PLC 编写相应的控制程序,实现 PLC 和从站之间的数据传输。在 STEP7 中完成硬件网络组态,设置 ET200 的通信地址,该地址必须与主站 PLC 中设置的相同。

## 3 结束语

本研究通过对液体控制系统的 PROFIBUS 总线的硬件和软件设计及调试,得出了 PROFIBUS 总线控制不仅取决于 PLC 的 CPU,还会受到 PLC 所处的网络环境的影响。

研究表明,基于 PROFIBUS-DP 的 SIMATIC S7-300 通讯网络的设计和研发为总线技术的应用提供了一定的帮助,并在实际的工程应用中具有一定的指导意义。

## 参考文献 (References):

- [1] 阳宪惠. 现场总线技术及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
- [2] 张 浩,谭克勤,朱守云. 现场总线与工业以太网应用技术手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,2001.
- [3] CASANOVA V, SALT J J. Networked Control Systems over Profibus-DP: Simulation Model[C]//Control Applications, 2006. CCA 06. Munich:[s. n.], 2006:1337-1342.
- [4] 李曼枫. Profibus 现场总线技术的应用[J]. 机电工程技术,2007,36(8):69-71.
- [5] 张 良,肖 佩,吴修德. 基于工业以太网的数控设备网络化研究[J]. 机械,2007,34(2):35-37.
- [6] Siemens AG. SIMATIC NET SPC3 Siemens PROFIBUS controller user description[M]. Siemens AG,1996.
- [7] 蓝 丽,李红星. 基于 Profibus-DP 现场总线控制系统的集成[J]. 微计算机信息,2007,23(16):23-24.
- [8] Siemens. Simatic S7 Prodave S7 Manual[M]. Siemens, 1999.
- [9] 陈 娟,周 猛,薛钧义. 面向对象程序设计方法在 PLC 程序设计中的应用[J]. 电气自动化,2001(5):78-89.
- [10] 马京汉,程存仁,王 影. 集约化猪场液体饲料自动饲喂系统研究[J]. 农业工程学报,2006(S2):15-21.

[编辑:李 辉]

(上接第 62 页)

## 4 结束语

通过实验可以看出电梯的实际运行曲线与理论运行曲线相比存在着一定的滞后,但是基本上做到了按照设定的理想曲线运行,实际运行过程也比较平稳,并且做到了无爬行停靠,提高了电梯运行的效率。在后期的工作中,如果能提高通信的波特率及编程代码的效率,使系统有更快的响应,则可以更加实时地按照理论曲线运行,提高电梯的运行效率,使本系统具有更大的实用价值。

## 参考文献 (References):

- [1] 宋 涵,郑尚透,李维国. 电梯速度优化控制的研究[J]. 机电工程技术,2008,37(5):47-49.
- [2] 李惠昇. 电梯控制技术[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [3] 陈伟国. VVVF 电梯的 SDCS 速度控制研究[D]. 杭州:浙

江工业大学机电学院,2005.

- [4] 德国奔克. BP304 技术手册[M]. 德国奔克,2003.
- [5] SIEI 公司. ARTDriveL 使用手册[M]. SIEI 公司,2004.
- [6] 刘险峰,李炳章. 交流变压变频调速电梯的技术特点分析[J]. 长春工程学院学报,2002,3(2):79-81.
- [7] 叶安丽. VVVF 电梯及其速度控制[J]. 北京建筑工程学院学报,1997,13(2):90-95.
- [8] YANG H Y, YANG J, XU B G. Computational simulation and experimental research on speed control of VVVF hydra elevator[J]. **Control Engineering Practice**, 2000, 12(2204):563-568.
- [9] 李敏敏. 电梯用编码器[J]. 电机电器技术,2005(5):22-23.
- [10] ZHU W D, TEPPLO L J. Design and analysis of a acaled model of a high-rise, high-speed elevator[J]. **Journal of Sound and Vibration**,2003,20(8):264-266.

[编辑:李 辉]