

VS-616G5 变频器在电梯调速控制系统中的应用

The Application of VS-616G5 Transducer in control System of Elevator

(兰州理工大学)郝晓弘 张萍

Hao, Xiaohong Zhang, Ping

摘要: 本文介绍了安川公司 VS-616G5 变频器及 PLC 在电梯控制中的应用。详细介绍了控制系统结构、主要功能、性能特点及实现方案,并针对客户要求设计出一种速度曲线模型,通过对现有电梯控制系统的改进,提高了电梯的舒适性、经济性和可靠性。

关键词: 变频器;可编程控制器;速度曲线;电梯;控制系统

中图分类号: TP202 **文献标识码:** B

Abstract: This article introduces a new way of control system in elevator, including the system structure, main function, characters and detailed scheme. This paper establishes a new-type speed control curve. The system that has this control module can conquer the disadvantages in conventional elevator control system. Using VS-616G5 transducer, PLC and other equipments take place traditional control system in elevator. The system that has this control system can become more comfortable, economic and reliable.

Keywords: transducer; PLC; speed control curve; elevator; control system

1 引言

随着经济发展的日新月异,城市建设的步伐不断加快,电梯成为关系到人们生活和工作的重要工具之一。然而随着人们生活水平的提高,对于电梯的要求也在逐步提高。电梯乘客对电梯性能的评价十分重要,作为公共交通工具的电梯系统,最重要的是为乘客提供安全感和舒适感。然而传统的电梯控制系统往往忽视了舒适感的要求,针对这一问题,运用 VS-616G5 变频器可编写速度曲线的优点,对现有的电梯调速控制系统进行改进,既可以达到节能的要求又可以最大限度的满足乘客的要求。

2 控制系统

电梯的控制系统主要由变频器、PLC 及旋转编码器组成。变频器用来实现电机的调速。本文所选用的安川 VS-616G5 通用变频器的可自行设置速度曲线的特点来实现平稳操作和精确控制,使乘客在乘坐电梯时更加舒适。为满足电梯安全性的要求,变频器通过与电动机同轴连接的旋转编码器和 PG 卡,完成速度检测及反馈,形成闭环系统。可编程控制器(PLC)负责处理各种信号的逻辑关系,从而向变频器发出起、停等信号,同时变频器也将工作状态信号送给 PLC,形成双向联络关系,这是系统的核心。旋转编码器与电动机同轴连接,对电动机进行测速。旋转编码器输出 A、B 两相

脉冲,旋转编码器根据 AB 脉冲的相序,可判断电动机转动方向,并可根据 A、B 脉冲的频率测得电动机的转速。旋转编码器将此脉冲输出给 PG 卡,PG 卡再将此反馈信号送给变频器内部,以便进行运算调节。所以旋转编码器和 PG 卡实现了闭环运行。控制系统结构图如图 1 所示。

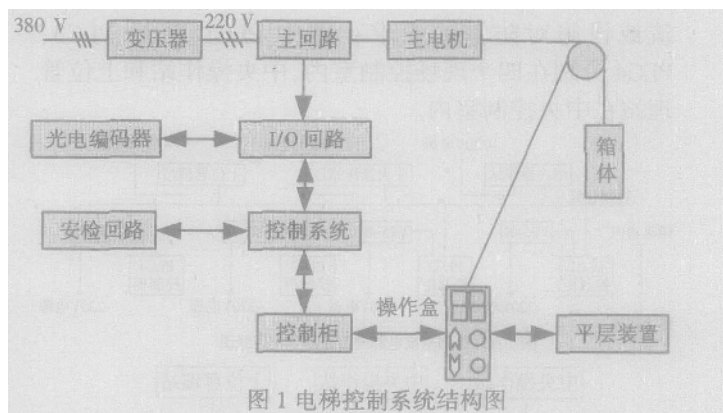


图 1 电梯控制系统结构图

2.1 现有速度曲线的分析

乘客对电梯的需要包括生理需求和心理需求,从生理和心理上满足乘客需要是设计电梯转速的基本出发点。生理需求是指乘客对其在垂直平面内的运行方式提出的要求。人们在垂直平面内乘坐电梯承受加速度或减速度时,会引起体内器官的相对运动,从而产生不舒服的感觉,这就是重力加速度效应。根据专家经验,电梯的加、减速度应限制在 1.5m/s^2 以内,且加速度变化率应限制在 2.0m/s^3 以内。以往的速度控制曲线往往如下图 2 所示,在 A、B、C、D 处加速度变化率为正、负无穷大,其它时刻则为 0。在 VS-616G5 变

郝晓弘:博导

项目支持:甘肃省科技攻关项目

项目编号:2GS044-A52-011-24

变频器中有 15 种速度曲线可供选择,但多数均为如图 2 所示的线性,即使少数几种 S 型,也不能满足客户对电梯性能的要求(加、减速时间为 1.5s,额定转速为 1m/s),针对以上的情况,在本文中设计了一种新型的速度控制曲线。如图 3 所示。

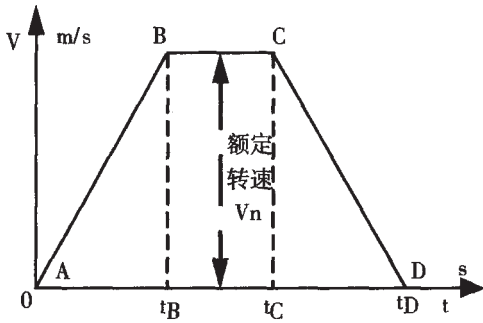


图 2 常规的速度控制曲线

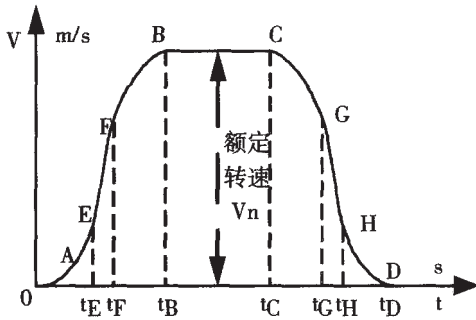


图 3 改进后的速度控制曲线

2.2 改进后速度曲线的确定

在 AE、FB、CG、HD 四段选用抛物线平滑地完成加速、减速,EF、GH 两段选用曲线的切线来完成调速过程。由系统实际要求所知:电梯的额定转速为 1m/s,加、减速所用时间为 1.5s,人体所能承受的最大加速度为 $a_{max}=1.5m/s^2$, $\rho_{max}=2m/s^3$,根据上述要求所用的速度曲线模型如下所示

$$AE: V=0.9t^2 \quad t \quad [0,0.667]$$

$$EF: V=1.2t-0.4004 \quad t \quad [0.667,0.833]$$

$$FB: V=1-0.9(1.5-t)^2 \quad t \quad [0.833,1.5]$$

$$CG: V=1-0.9(t_c-t)^2 \quad t_c=1.5+T_0 \quad t \quad [1.5+T_0,2.167+T_0]$$

$$GH: V=0.6-1.2(t-2.167-T_0) \quad t \quad [2.167+T_0,2.334+T_0]$$

$$HD: V=0.9(t-3-T_0)^2 \quad t \quad [2.334+T_0,3+T_0]$$

其中 T_0 是电梯以额定转速运行的时间

2.2.1 函数分析过程

1. 曲线的选择

根据系统的快速性和舒适性以及加、减速时间和额定转速进行以下分析:

加速曲线 AE : $V=kt^2$ 则可知此段 $a_{AE}=2kt$ 、 $a_{AE}=2k$

加速切线 EF : $V=V_E+2kt_E(t-t_E)$ 则可知此段 $a_{EF}=2kt_E$ 、 $a_{EF}=0$

设计中考虑到加速的快速性、选择加速曲线 FB 与 AE 对称,即 $t_E=t_B-t_F$;

匀速运行时电梯的额定转速是 1m/s,这要求 B 点加速度及加速度变化率均须为 0,由此选择匀速曲线 BC : $V=V_N$ $a=0$ 根据以上分析可知

$$V_E = Kt^2 = \frac{a_m^2}{2\rho_m}$$

选择 $a_m=1.2m/s^2 < 1.5m/s^2 = a_{max}$; $\rho_m=1.8m/s^3 < 2m/s^3 = \rho_{max}$

$$由 t_E = \frac{a_m}{\rho_m} = \frac{1.2}{1.8} = 0.667s$$

$$由 V_E = \frac{a_m^2}{2\rho_m} = \frac{1.2^2}{2 \times 1.8} = 0.4m/s$$

由于设定 AE 与 FB 对称则有

$$V_{FB}=V_E=0.4m/s ; t_{FB}=t_E=0.667s$$

$$V_{EF}=V_N-2V_E=1-2 \times 0.4=1-0.8=0.2m/s$$

$$t_{EF} = \frac{\Delta V_{EF}}{a_m} = \frac{0.2}{1.2} = 0.167s \text{ 并得各点参数入下所示}$$

$$E: t_E=0.667s \quad V_E=0.4m/s$$

$$F: t_F=t_E+t_{EF}=0.667+0.167=0.833s \quad V_F=V_E+V_{EF}=0.4+0.2=0.6m/s$$

$$B: t_B=t_F+t_E=0.833+0.667=1.5s \quad V_B=V_F+V_E=V_N=1m/s$$

$$AE \text{ 段: } V=kt^2 = \frac{\rho}{2} \cdot t^2 = 0.9t^2 \quad [0,0.667]$$

$$EF: V=V_E+a(t-t_E)=0.4+1.2(t-0.667)=1.2t-0.4004 \quad t \quad [0.667,0.833]$$

$$FB: V=V_B-k(t_B-t)^2=1-0.9(1.5-t)^2 \quad t \quad [0.833,1.5]$$

由于加速和减速段曲线是对称的,由对称性可知

$$CG: V=V_C-k(t_c-t)^2=1-0.9(t_c-t)^2 \quad t_c=1.5+T_0 \quad t \quad [1.5+T_0,2.167+T_0]$$

$$GH: V=V_G-a(t-t_G)=0.6-1.2(t-2.167-T_0) \quad t \quad [2.167+T_0,2.334+T_0]$$

$$HD: V=k \cdot (t-t_D)^2=0.9(t-3-T_0)^2 \quad t \quad [2.334+T_0,3+T_0]$$

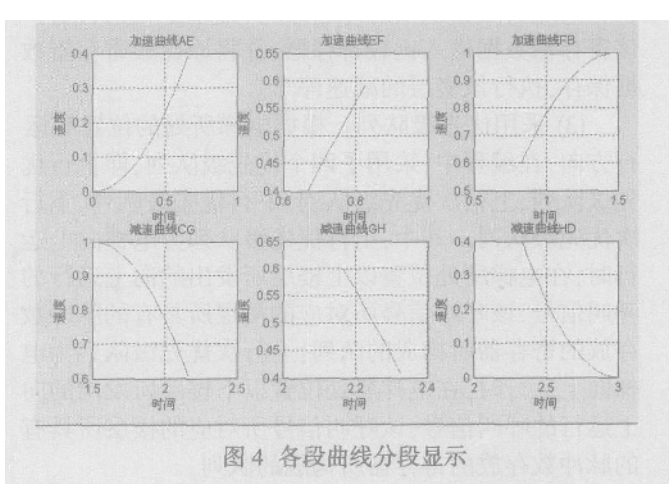


图 4 各段曲线分段显示

2. 曲线的合理性检验

(1) 光滑性

$V_N=1\text{m/s}$ 、 $V_E=0.4\text{m/s}$ 满足 $V_N>2V_E$ 则两段曲线间存在切线, 加速曲线光滑。

(2) 快速性

$$a_{av} = \frac{V_N}{t_B} = \frac{1}{1.5} = 0.667 = \text{m/s}^2, a_{av} > a_{av0} = 0.65 \text{m/s}^2$$

(3) 最小间距可实现性

$$H = \int_0^{t_B} V \cdot dt = \int_0^{t_B} V_{AE}(t) dt + \int_{t_E}^{t_F} V_{EF}(t) dt + \int_{t_F}^{t_B} V_{FB}(t) dt$$

$$= \frac{1}{2} \cdot V_B \cdot t_B = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1.5 = 0.75 \text{m}$$

起动段 电梯走了 0.75m 的距离

由对称性知, 降速段亦运行 0.75m, $H=2 \times 0.75=1.5\text{m}$

由于普通楼层一层楼高度为 2.5m, 所以在电梯的额定转速为 1m/s, 加、减速所用时间为 1.5s 的前提下所设计的加速曲线满足最小间距的要求。

(4) 舒适性

在 A、B、C、D 四点, 加速度的变化率均为 0, 也即此时的生理加速度为 0。在整个运行过程中加速度变化率最大值为 1.8m/s^2 , 这大大减小了重力效应对人体的影响。

2.3 变频器参数设置

变频器部分参数设置如变频器参数表所示(略):

3 控制系统特点

(1) 采用新型速度控制曲线。针对电梯所运行的不同环境和运行速度要求设计符合人体所满意的速度曲线, 无论在节能方面还是满意度方面都是传统电梯控制系统所不能达到的。

(2) 采用检测逻辑控制。当电梯以某一运行方向接近某楼层的减速位置时, 判别该楼层是否有同向的呼叫信号(有呼叫请求时, 相应寄存器为 1, 否则为 0), 如有, 将相应的寄存器的脉冲数与比较寄存器进行比较, 如相同, 则在该楼层减速停车; 如果不相同, 则将该寄存器数据送入比较寄存器, 并将原比较寄存器数据保存, 执行该楼层的减速停车。

(3) 采用优先级队列。根据电梯所处的位置和运行方向, 在编程中, 采用了四个优先级队列, 即上行优先级队列、上行次优先级队列、下行优先级队列、下行次优先级队列。其中, 上行优先级队列为电梯向上运行时, 在电梯所处位置以上楼层所发出的向上运行的呼叫信号, 该呼叫信号所对应的楼层所具有的脉冲数存放的寄存器所构成的队列; 上行次优先级队列为电梯向上运行时, 在电梯所处位置以下楼层所发出的向上运行的呼叫信号, 该呼叫信号所对应的楼层所具有的脉冲数存放的寄存器所构成的队列。

(4) 灵活的变频器控制。PLC 根据控制的要求, 可向变频器发出正向运行、反向运行、减速以及制动信号, 再由变频器根据一定的控制规律和控制算法来控制电机。

(5) 可靠的系统工作状态。当系统出现故障时, PLC 可向变频器发出信号, 者避免了更大事故的发生

4 结束语

以变频器和 PLC 为核心的电梯控制系统可根据客户的要求对以往的电梯控制系统进行改造, 尤其是安川 VS-616G5 型变频器可编制速度曲线的特点为电梯舒适度的提高, 提供了技术支持。通过合理分析所得速度控制曲线既可以满足快速性的要求又避免了重力加速度效应。本控制系统具有先进、可靠、经济的特色。

参考文献

[1] Ishikawa T, Miyachi A, Kaneko M. Supervisory control of elevator group by using fuzzy expert system which also addressing traveling time [A]. Proc of the 2000 IEEE Int Conf on Industrial Technology [C]. Bangalore, 2000. 87294.

[2] 姚冰花等. 基于 PROFIBUS-DP 总线的 Danfoss 变频器应用[J]. 微计算机信息, 2005, 2: 78-80

作者简介: 郝晓弘, 男, 1960 年 2 月出生, 教授, 博导, 现任中国人工智能学会理事, 中国人工智能学会理事分布式智能专业委员会委员。主要研究领域有复杂系统的控制、智能控制理论与应用、计算机网络与计算机控制技术、现场总线与现场控制网络。E-mail: zhangy790608@mail2.lut.cn; 张萍, 女, 1979 年 6 月出生, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 控制理论与控制工程

Author brief introduction: Hao, Xiaohong, male, was born in February 1960. He is a Professor of Electrical Engineering at Lanzhou University of technology and also is the master director of Chinese artificial intelligence academic association. The mainly studying direction involve the control of the complicated system and the intelligence control theories and application. Zhang, Ping, female, was born in June 1979. she is the student of Lanzhou University of technology. The mainly studying direction is Control the theory and the control engineering.

(730050 甘肃兰州 兰州理工大学电气工程与信息工程学院) 郝晓弘 张萍

(College of Electrical and Information Engineering, Lanzhou 730050, china) Hao, Xiaohong Zhang, Ping

(投稿日期: 2005.6.16) (修稿日期: 2005.6.26)

欢迎投稿 欢迎订阅