

文章编号:1671-8879(2005)02-0086-04

沥青混凝土搅拌设备计算机控制系统

林 涛¹, 王志文²

(1. 长安大学 信息工程学院, 陕西 西安 710064; 2. 长安大学 道路施工技术与
装备教育部重点实验室, 陕西 西安 710064)

摘 要:以沥青混凝土搅拌设备计算机控制系统为对象,分析了沥青混凝土搅拌设备的工艺流程及计算机控制系统的功能,建立了控制系统组成框图。研究了其硬件系统设计中的几个问题,如采用变频器对供料调节系统进行变频调速后,控制系统如何消除交流电源的干扰问题,并给出了具体的解决方法。应用结果表明,其配料计量精度达到粒料计量精度 $\pm 0.5\%$ 、沥青计量精度 $\pm 0.3\%$ 、粉料计量精度 $\pm 0.5\%$,性能指标满足设计要求。

关键词:沥青混凝土;搅拌设备;计算机控制;系统设计

中图分类号:U415.522; TP273.5 **文献标识码:**A

Computer control system of bituminous concrete stirring equipment

LIN Tao¹, WANG Zhi-wen²

(1. School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China; 2. Key Laboratory for Highway Construction Technology and Equipment of Ministry of Education, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: The technological process of bituminous mixtures stir equipment and the function of the computer control system were analyzed, the block diagram of control system was set up. Some problems of deal with hardware circuits design are studied, for example, the way to eliminate AC power interfere on computer control system after using inverter to adjust the speed of material supply was put forward. With this system, the equipment has high accuracy to control the inputing materials, the granular material is $\pm 0.5\%$, the bituminous is $\pm 0.3\%$, the powder is $\pm 0.5\%$.

Key words: bituminous concrete; stirring equipment; computer control; system design

0 引 言

沥青混凝土搅拌设备是用来将沥青、粒料(又称骨料)、粉料等筑路材料按一定的比例在一定的温度下搅拌均匀的机械设备^[1]。本设备所配制的计算机控制系统,主要用以完成冷骨料供料系统的自动调节控制;干燥筒加热温度的检测与控制;各种骨料、沥青、粉料的配料称量;搅拌时间控制;沥青温度、热料贮仓温度检测^[2];对袋式除尘器的控制及袋式除

尘器滤清前后烟气压差的检测;生产过程中有关数据处理与打印等任务。计算机控制系统应用于沥青混凝土搅拌设备,不仅可以提高设备的自动化水平及档次,改善环境和劳动条件,而且可以提高产品质量的稳定性。本文以 3000 型沥青混凝土搅拌设备作为控制对象,以沥青混凝土搅拌设备的工艺流程为依据,主要讨论了其计算机控制系统的硬件设计问题。该控制系统投入应用后的检测结果表明,其性能指标达到了设计要求。

1 控制系统的总体设计

1.1 沥青混凝土搅拌设备的工艺流程

沥青混凝土搅拌设备,其主要任务是保证各种原材料供料系统的正常运转,使热骨料贮仓及粉料贮仓的料位在要求的范围之内;通过调节燃烧器风门与油门的开度,控制干燥筒出料槽口的料温,使其在设定值的允许误差范围之内;按配料比例及所设定的生产率计算并称量各种粒料、粉料、沥青的重量,然后放料于搅拌缸中,搅拌均匀,达到设定搅拌时间时,调度运料车把搅拌缸中的成品料装入运料车运往施工现场^[2,3]。考虑到环保要求,3000型沥青混凝土搅拌设备要求有除尘设施。其工艺流程如图1所示。

在此工艺流程中,称量装置之前各机构为连续工作方式,称量与搅拌过程为间歇工作方式。

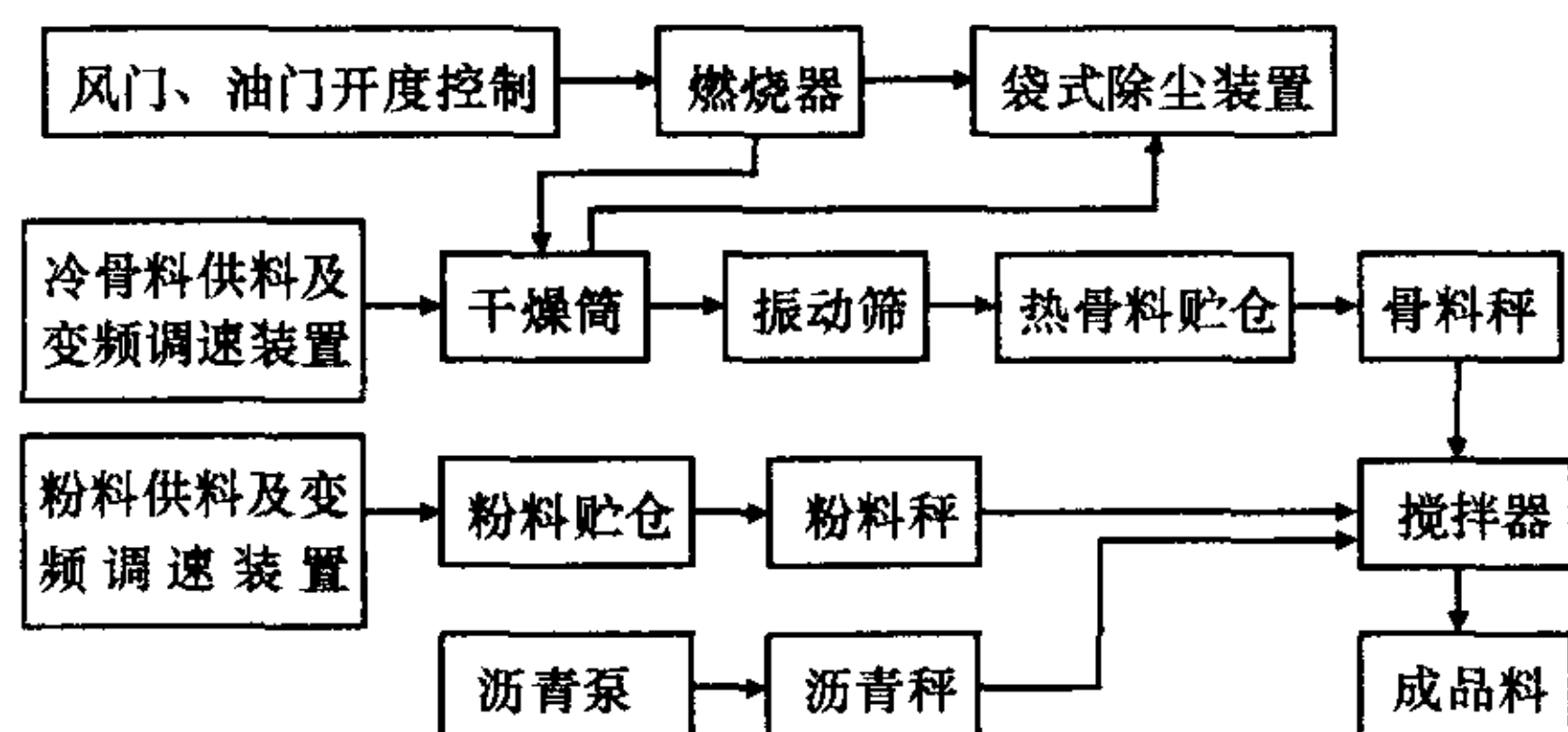


图1 工艺流程图

1.2 控制系统的基本功能要求

依据沥青混凝土搅拌设备的工艺流程及行业标准,对其控制系统的要求可概括为“称得准,拌得匀”。工作模式要求具有手动、半自动、全自动3种形式,手动与半自动工作模式主要用于安装调试及开机准备过程,全自动工作模式是控制系统的正常工作形式。结合工艺流程并考虑用户的要求,对控制系统的基本功能可概括为:

(1)对冷料供应系统的控制。能随时对设备的生产能力及配料比例进行设定、存储、依据所设定的生产能力及存储的混合料配比,自动调节各种供料器驱动电机的转速和骨料的供给量、能对全部供料器按同一比率校正,也可以对个别供料器以一定的比率单独补偿校正。能识别供料系统欠料或断料并给出相应的报警信息。

(2)对燃烧器的控制。能对燃烧器的工作参数进行设定、存储,与冷骨料供应系统协调,根据冷骨料的流量与含水率的不同,并结合对干燥筒出料槽料温的检测结果和实际设定值的误差,实时调节燃烧器的风门、油门开度,通过对干燥筒内静压检测,

按静压变化实现对排风机开度的自动控制。

(3)对袋式除尘器的控制。通过袋式除尘器滤清前后烟气压差的检测,按压力值自动调节逆压空气脉冲周期。对低温结露、超高温及压力差值异常进行检测,当超出设定值时,就发出报警信号或自动停机。

(4)对计量系统的控制。依据所设定的生产能力和配比,计算并设定各种材料的计量值,并确定称量顺序,能对称量中落料进行自动补偿、各种称量值能同时在操作台仪表和计算机屏幕上实时显示。计量误差应满足行业标准。

(5)对搅拌机的控制。能对搅拌机的工作顺序,干、湿搅拌时间和每批料的总搅拌时间进行设定和控制,对搅拌器出料门的开关控制。

(6)有关工作参数的检测与显示。本系统除对参与控制的工作参数进行检测外,还必须对有关参数进行检测、记录和显示,如成品料贮仓温度、沥青温度等。

(7)控制操作系统采用双屏界面显示,具有一定的动画功能,模拟设备的生产流程。

1.3 控制系统总体构成设计

沥青混凝土搅拌设备的工艺流程和对控制系统的基本要求是设计控制系统构成框图的依据。考虑到系统功能特点,控制系统配置2台工业控制计算机,把相对独立的控制任务集中在一起,使系统形成2个相对独立,但通过串行通讯可交换有关数据的控制单元。这样设计系统构成,既可保证相关环节自动调节的实时性,又可简化系统的调试过程,且维护方便^[4]。

1.3.1 管理配料搅拌单元计算机系统

本单元计算机系统主要完成各种原料的配料称量,搅拌运行时间控制,兼作管理计算机,完成配方设定及存储,相关数据统计、报表打印等任务。

该单元配置3个称重计量仪表,分别完成粒料、粉料、沥青的称量任务。计量仪表具有标定、显示、通讯功能,使称量数据实时反映到操作台仪表板和计算机屏幕上,方便操作人员监控。

系统配置I/O适配卡,提供计算机与外围开关量输入调理与输出功放板的相互联系。输入部分主要是系统中相关工作状态检测,输出部分主要是通过光电隔离后用晶闸管控制交流电,用于开闭各料仓门、秤门、搅拌器门等。

1.3.2 冷料供料、温控、除尘监测单元计算机系统

本单元计算机系统主要完成冷骨料、粉料供料

变频调速控制,沥青泵运行控制,干燥筒出料槽口料温设定与检测,燃烧器风门、油门开度控制,袋式除尘器运行状态监测与逆压空气脉冲周期的自动调节。热骨料仓温度、沥青温度检测等任务。

沥青混合料中的骨料按其颗粒大小一般分为 4 个粒度,分别称作 1 号、2 号、3 号、4 号粒料。它们分别通过配料皮带传送到集料皮带上,再由集料皮带传送到干燥筒进行烘干处理。变频器用来调节配料皮带驱动电机的转速,从而调节送到集料皮带上相应粒料的流量,以保证对应热粒料仓的料位在规定的上、下限之间。粉料供料调节由变频器调节完成,沥青供料通过控制沥青泵运行实现。

对袋式除尘器运行监控,主要完成对除尘袋预热温度及高温上限的设定与检测,避免除尘袋低温结露及高温烧袋事故。通过对除尘袋滤清前后烟气压差的检测,按压差值自动调节逆压空气脉冲周期。

热粒料贮仓温度、沥青温度检测传感器采用 Pt100 热电阻传感器,干燥筒出料槽口料温检测采用非接触式红外温度传感器,各传感器的输出信号经放大后,由 A/D 转换为数字量送入计算机进行显示、存储及参与温度控制调节过程。

沥青混凝土搅拌设备计算机控制系统组成原理框图如图 2 所示。

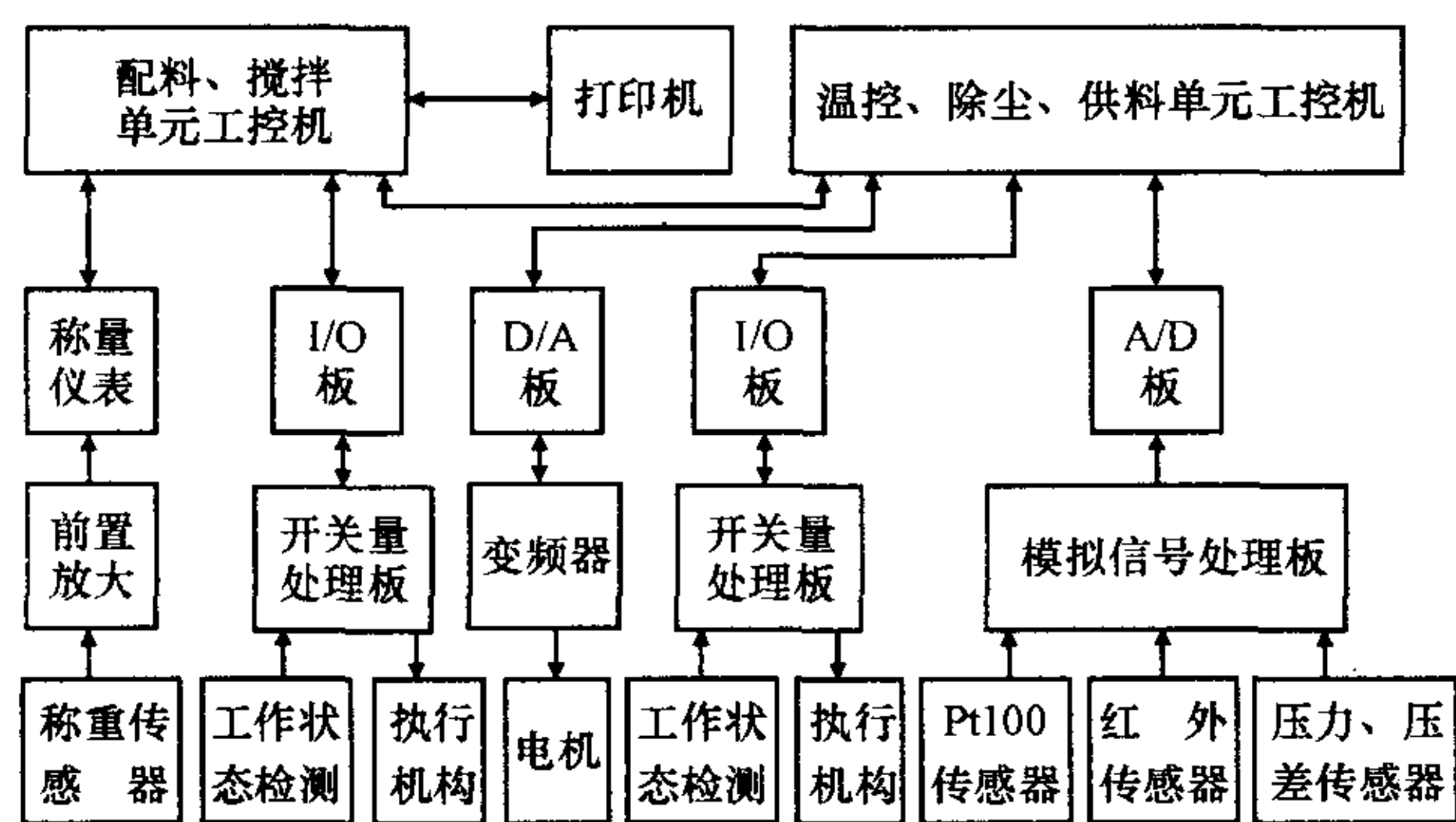


图 2 控制系统组成原理框图

2 系统硬件电路设计中的几个问题

沥青混凝土搅拌设备露天安装,活动房作为控制室,用以安装控制系统,搅拌现场沙尘较大,环境条件差。因此,该系统的硬件设计必须考虑使用环境的特殊情况,提高系统的可靠性,减少故障发生率^[5]。

2.1 计算机系统配置

考虑到控制系统具有可移动性,使用环境较差,主机选用性能比较好的工业控制计算机,采用标准配置。考虑到与外界的接口问题,选用了 32 路输

入、32 路输出带光电隔离的开关量板,配置 4 路串行通讯扩展板,8 路 D/A、A/D 转换板各一块。

变频器的使用降低了交流电源的供电质量,给计算机控制系统带来高频干扰,严重时造成控制系统无法正常工作。因此,控制系统采用了交流净化电源单独供电。

2.2 模拟信号处理

本系统所涉及的模拟信号包括传感器输入信号的放大滤波和变频器变频调节信号的输出。

2.2.1 传感器输入信号处理

配料称量系统选用的称量仪表可直接与称重传感器连接。由仪表自身完成称重传感器的信号处理。因此需要自行设计的输入模拟信号处理电路,主要是各种温度传感器、压力、压差传感器信号的放大与滤波。

温度信号检测根据被测介质环境的不同,分别选用 Pt100 温度传感器和红外温度传感器。热料贮仓温度、沥青温度、袋式除尘器进口烟气温度采用 Pt100 温度传感器。传感器连接方式为三线制电桥式,放大电路采用集成仪用放大器,在放大电路与 A/D 转换之间,每一路信号均加入一级二阶低通滤波电路,以消除高频干扰及 50 Hz 交流干扰。干燥筒出料槽口料温检测选用带变送器的红外温度传感器,其输出为(4~20)mA 电流,所设计的电路完成把(4~20)mA 电流转换为(0~5)V 电压输出、送 A/D 转换板。压力、压差传感器选用的是压电型传感器,对其输出信号进行电压放大。

2.2.2 变频器控制信号

一般变频器都具有面板数字控制和端子电压(或电流)控制多种控制方式。冷料供料系统所选用的变频器,其面板数字控制一般用于调试过程或手动调节,在计算机自动控制工作模式时,采用了端子电流控制方式。为了简化硬件电路,选用了具有(4~20)mA 电流输出的 10 位 D/A 转换板,其输出可直接与变频器电流控制端子相连。从实际调试过程看,供料皮带运行速度变化范围所对应的变频器输出频率范围为(10~50)Hz,调节步长为 0.1 Hz,满足实际需要。

2.3 开关量信号处理

本系统涉及到较多的开关量信号,可归纳为三类,即:工作状态检测信号;手动开关输入信号;输出开关量控制信号。同类开关量信号的处理电路相同。

工作状态检测位置距控制室较远,为了提高系

统的抗干扰能力,开关信号选用了电流环传输形式,并采取了光电隔离措施。开关量输入信号在开关量处理板上对信号进行调理后,通过 I/O 接口板与计算机建立联系。手动开关输入信号也采用类同上述的处理模式^[6~8]。

输出开关量信号同样采用了光电隔离措施。由于控制对象的不同,输出开关量信号分为 TTL 电平信号、继电器输出及双向晶闸管输出 3 种形式。TTL 电平信号用于自带控制器的燃烧器的风门、油门调节;继电器输出开关信号用于变频器工作于自动调节模式时的启停控制;双向晶闸管输出用于控制电磁阀、点火线圈、小功率电动机的交流电源、或通过交流接触器控制大功率电动机的运行。

2.4 变频器输出频率信号噪声的消除

变频器实际运行频率需在操作台上显示。变频器控制面板上可显示运行频率并有频率输出信号。由于变频器不宜在操作台上安装,因此本系统利用变频器的频率输出信号,通过简易频率计在操作台上显示变频器的运行频率。但实际调试中发现。由于变频器内部各种干扰信号的存在,使其输出频率信号中夹杂有较为严重的高频脉冲信号。这直接影响到操作台频率显示仪表的正常工作。因此,在硬件电路设计中增加脉冲信号的噪声消除电路,保证了频率计的正常工作。

3 结 语

(1)本文提出的沥青混凝土搅拌设备计算机控制系统,提高了设备的自动化水平及档次,改善环境和劳动条件,保证了产品质量的稳定性。

(2)设备投入应用后的检测结果表明,控制系统达到设计要求:粒料计量精度 $\pm 0.5\%$,沥青计量精度 $\pm 0.3\%$,粉料计量精度 $\pm 0.5\%$ 。

参考文献:

References:

[1] 冯忠绪. 混凝土搅拌理论与设备[M]. 北京:人民交通出版社,2001.

- FENG Zhong-xu. Equipment and theory of mixtures stir[M]. Beijing: People's Communication Press, 2001.
- [2] 林涛,王志文. LB2000 型沥青混凝土搅拌设备计算机控制系统[J]. 电气传动,2000,(增刊):337—340.
LIN Tao, WENG Zhi-wen. The computer control system of LB2000 bituminous mixtures stir equipment[J]. Electric Drive, 2000,(Sup.):337—340.
- [3] 王勤. 计算机控制系统的模拟调试技术[J]. 电气传动,2000,(增刊):292—295.
WENG Qin. Simulating debug method for computer control systems[J]. Electric Drive, 2000,(Sup):292—295.
- [4] 冯忠绪,赵利军. 智能化搅拌设备[J]. 长安大学学报(自然科学版),2004,24(6):77—79.
FENG Zhong-xu, ZHAO Li-jun. Intelligent mixer[J]. Journal of Chang'an University (Natural Science Edition), 2004,24(6):77—79.
- [5] 王海英. 水泥混凝土输送泵车结构优化设计[J]. 长安大学学报(自然科学版),2004,24(1):88—91.
WANG Hai-ying. Structure optimal design of concrete pump truck[J]. Journal of Chang'an University (Natural Science Edition), 2004,24(1):88—91.
- [6] 张新. 机电一体化的液压冲击器模糊控制研究[J]. 中国公路学报,2003,16(4):111—114.
ZHANG Xin. Study of fuzzy control on mechatronical hydraulic hammer[J]. China Journal of Highway and Transport, 2003,16(4):111—114.
- [7] 符策. 软件数字下变频器的算法[J]. 交通运输工程学报,2004,4(2):119—122.
FU Ce. Algorithm of software digital down converter[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2004,4(2):119—122.
- [8] 焦生杰,吴涛. 沥青混凝土摊铺机行驶系统模糊参数自整定 PID 控制[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2003,23(2):91—94.
JIAO Sheng-jie, WU Tao. Fuzzy-adjustable-PID control over traveling system of asphalt paver[J]. Journal of Chang'an University (Natural Science Edition), 2003,23(2):91—94.