维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号：1001－3571（2008）01－0057－03

基于 TMS320F2812 的动力配煤自动控制系统的研究

董 平[1]，王 鹏[1]，陈国民[2]
（1. 黑龙江科技学院 资源与环境工程学院，黑龙江 哈尔滨 150027；
2. 黑龙江科技学院 电气与信息工程学院，黑龙江 哈尔滨 150027）

摘要：介绍了采用可编程序控制器（PLC）为核心的动力配煤自动控制系统，详细阐述了系统的原理、结构特点、组成、功能以及存在的问题。采用 TMS320F2812 DSP 代替 PLC 作为动力配煤控制系统的核心可以有效地提高配煤控制系统的灵活性和配煤质量。

关键词：动力配煤自动控制系统；组成；工作原理；系统结构
中图分类号：TD941⁺.6；TP391.8 **文献标识码**：A

将粒度、发热量和灰分不同的产品煤按照一定的比例进行混配是选煤生产的一项关键工艺。配比过程中每一项参数的变化对最终产出的商品煤有很大影响，配比的准确性以及配料系统的可靠性将直接影响配煤产品的质量，因此通过提高配煤系统的可靠性、稳定性、准确性来提高配煤产品的质量具有非常重要的经济效益和社会效益[1]。其中，对配煤过程实现自动监控尤为重要。

近年来，部分选煤厂采用了 PLC、单片机或工控机系统对选煤厂配煤系统进行了改造，实现了一定程度的自动化控制，但仍存在着许多问题，如运算速度不快、内部资源和接口容量有限等，因此系统精度的提高相对受到了影响。

文章所研究的课题是黑龙江省科技厅 2004 年攻关项目——“动力配煤数字化信息控制技术的研究”的子项目，旨在利用先进的控制方法实现对动力配煤控制系统的实时控制。

文章首先介绍了一种基于 PLC 的动力配煤自动控制系统，提出了用 DSP 代替传统的 PLC、单片机、工控机等，利用 DSP 强大的数据处理能力和先进的电力电子技术进行动力配煤系统的实时控制，以提高控制系统的灵活性、准确性以及稳定性，提高配煤产率，实现精确、自动化配煤。

收稿日期：2007－10－25
基金项目：黑龙江省科技厅 2004 年攻关项目——“动力配煤数字化信息控制技术的研究”（GC03J102）
作者简介：董 平（1963－），男，汉族，辽宁省北票市人，教授，硕士研究生导师，中国矿业大学（北京）化学与环境工程学院在读博士研究生，现任黑龙江科技学院黑龙江省洁净煤技术研究中心主任，主要研究方向：洁净煤技术。联系电话：（0451）88036141。

1 基于 PLC 的动力配煤自动控制系统

在配煤自动控制系统中一般采用 PLC 可编程控制器，在系统结构上采用主皮带配料方式（一条龙配料方式）。该配煤系统可分为物料计量、微机操作、控制、变频调速四大部分[2]。

1.1 控制系统组成

控制系统包括：PLC 可编程控制器、上位机为工控机（包括显示器、打印机）、电机及变频器。工作流程及控制系统原理图如图 1 和图 2 所示[2]。

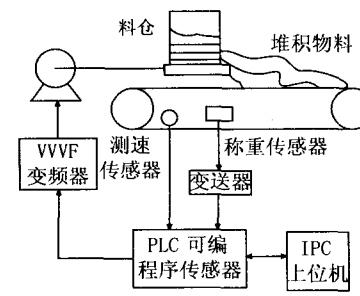

图 1 基于 PLC 的动力配煤控制系统工作流程图

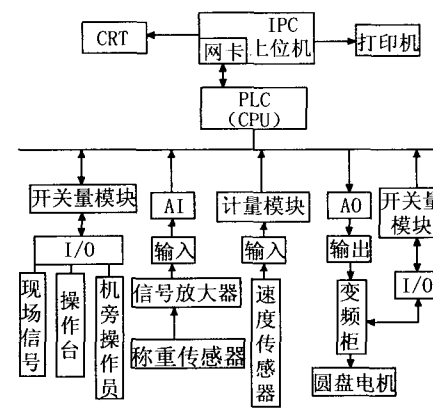

图 2 基于 PLC 的动力配煤控制系统原理图

维普资讯 http://www.cqvip.com

1.2 控制系统工作原理

(1) 配比控制。由于给煤量的大小取决于多种工艺参数和检测结果，所以给煤任务来自于上位机的配比计算，计算机采用配比数学模型，它是根据配煤总量和各种煤所占的比例以及所含有的水分等参数，结合配比专家知识和现场经验，计算各种煤的流量设定值，作为进行指导和校正的手段。这里可输入各种煤的成分、检验结果等信息，制定配煤方案，下达配煤命令[2]。

(2) 自动调节过程。采用电子皮带秤，可实时取得各种给煤流量反馈值的电压信号(0～30mV)，经变送器放大，并转换为4～20mA的电流信号，送至可编程控制器的A/D转换接口，经采样后，与上位机设定的各种配煤给定值进行比较，然后进行调节运算，其控制量经D/A转换接口送至变频调速器，以此来改变变频器的输出值，从而改变圆盘给煤机的转速，调整给煤量，使之与设定值相等，从而完成自动配煤控制过程。给煤量设定值的大小决定了圆盘转速，圆盘转速与给煤量成正比[2]。

1.3 控制系统存在的问题

长期以来，选煤厂的配煤生产主要由人工或半人工操作，并未完全实现配煤生产自动化。近年来，虽有部分选煤厂采用了PLC、单片机或工控机系统，对选煤厂配煤系统进行了改造，实现了一定程度的自动化控制，但只是采用简单的控制手段，还远不能满足用户对产品种类和产品质量的要求。

现有的基于PLC、单片机或工控机的动力配煤自动化控制系统主要存在着以下的缺点：

(1) 系统控制调节精度差，影响配煤比的精度。

(2) 调节效率低，调速性能差，设备运行可靠性差，现场维护工作量大。

(3) PLC主机系统中电源系统和通讯网路容易发生故障，电源在连续工作、散热中，电压和电流的波动冲击是不可避免的。

(4) 抗干扰能力差，PLC中模块容易受干扰。

随着国内外用户对产品种类和产品质量的要求越来越严格，现有的配煤工艺已不能很好地适应市场要求，为此应考虑实施自动配煤系统。

2 基于TMS320F2812的动力配煤自动控制系统结构

2.1 TMS320F2812简介

TMS320F2812数字信号处理器是TI公司推出的一种面向高性能、高精度工业控制领域、光网络与光通信等领域的性能最优的32位定点DSP控制器，它专门为数字控制设计，集控制和运算处理能力于一体，可实现高性能与高精度模拟及闪存的完美结合[3]。它既具有数字信号处理能力，又具有强大的时间管理能力和嵌入式控制能力，特别适用于有大量数据处理的测控场合，如工业自动化控制、电力电子技术应用、智能化仪器仪表及电机、马达伺服控制系统等[4]。

TMS320F812是基于TMS320C2000数字信号处理器平台开发的，其代码与24x/240x数字信号处理器完全兼容。它继承了数字信号处理的诸多优点，具有精简指令集计算功能、微型控制器结构、固件(Firmware)以及可调整的哈佛结构总线和循环寻址方式等。TMS320F2812集成了128kB的闪存，可用于开发及对现场软件进行升级时的简单再编程。

TMS320F2812比24x系列有更完备的外围控制接口和更丰富的电机控制外设电路，其指令执行时间或完成一次动作的时间仅为6.67ns，流水线采样最高速率为60ns，主频可达150MHz，包括3个32位的CPU定时器、两个增强型的事件管理模块(EVA和EVB)、16通道12位A/D转换器(ADC)、增强型的CAN模块(eCAN)、多通道缓冲串行模块、串行外设接口模块、串行通信模块和通用I/O接口等。优化的时间管理器包括脉冲宽度调制(PWM)产生器、可编程通用定时器以及捕捉译码器接口等，并具有一个正交编码脉冲(QEP)电路，它们分别用于获取功率器件的开关控制和捕获旋转电机的位置和速度信息[5]。片上采样通信标准端口可为主机、测试设备、显示器及其他组件提供简单的通信端口[6]。

片上资源足以同时控制2台三相电机，使控制系统的价格大大降低而体积缩小、可靠性提高，可以在高度集成环境中实现高性能的电机控制。该芯片主要针对电机的运动控制，具有较高的性价比，灵活的指令系统和操作性能，高速的运算能力和改进的并行结构以及JTAG标准测试接口。TMS320F2812作为一款专为电机控制而设计的DSP控制器，它不仅具有运算速度快的特点，而且集成了丰富的的片内外设，与其他应用于控制领域的PLC、单片机等和DSP相比，TMS320F2812具有明显的优势，既具备数字信号处理器卓越的数据处理能力，又像单片机那样具有适合控制的片内外设及

维普资讯 http://www.cqvip.com

接口，因而又被称为“数字信号控制器”（Digital Signal Controller 缩写为 DSC）[5]。

2.2　基于 DSP 的动力配煤自动控制系统

在图 1 所示的动力配煤自动控制系统中，对皮带输送机的转速调节的及时性对于配煤煤质能否达到标准具有极为重要的影响。而对输送机的转速调节主要取决于对电动机的控制能力。图 1 中的电机控制方案是 PLC 对普通交流电机的变频控制。

在交流电机控制方案中，电流型 PWM 变频器与永磁同步电机的结合，就其成本及性能而言，是迄今为止公认的最佳方案。全数字式 PWM 变频器的关键问题是如何实时获得 PWM 控制开关信号。无论从减少电动机电流谐波损耗、消除转矩波动、提高控制系统性能方面，还是从逆变器直流侧电压利用率方面看，空间电流矢量控制 PWM 方法都具有明显的优势，但由于受一般微控制器运算能力的限制，其算法的选择通常要在实现速度与合成 PWM 波形质量之间进行折中。而应用高速数字信号处理器（DSP），可使系统朝着高可靠、高性能和维护方便的全数字化方向发展[6]。

2.3　永磁同步电机的 DSP 控制

TMS320F2812 中集成了高性能的 TMSC28x 内核、优化的事件管理器，可同时完成采样的并行的电机电流读数转换与通讯、外围传感器及闪存存储器等。这种高集成的控制方案更加能够改进操作，减少系统组件，降低系统功耗，同时提高效率。F2812 片内优化的事件管理器是为设计者提供完整的高性能电机控制方案的关键。从功能上，它提供了脉宽调制（PWM）及 I/O 接口，可以用于控制各种类型的电机[7]。

在基于 DSP 的动力配煤自动化控制系统中，传统的 PLC、单板机、单片机或工控机将被 TMS320F2812 所取代，采用 TMS320F2812 定点信号处理器为主控芯片，完成电流环、速度环和位置环的算法实现及其控制。永磁同步电机的控制方案如图 3 所述。

图 3 给出了以永磁同步电机为控制对象的控制系统图，控制策略采用磁场定向空间矢量 SVPWM（Space Voltage Pulse - Width Modulation）。

2.4　基于 TMS320F2812 动力配煤自动控制系统的优点

基于 TMS320F2812 动力配煤自动控制系统有如下优点：

（1）DSP 系统与其他以现代数字技术为基础的系统或设备都是相互兼容，这样的系统接口实现某种功能要比模拟系统与这些系统接口要容易得多。

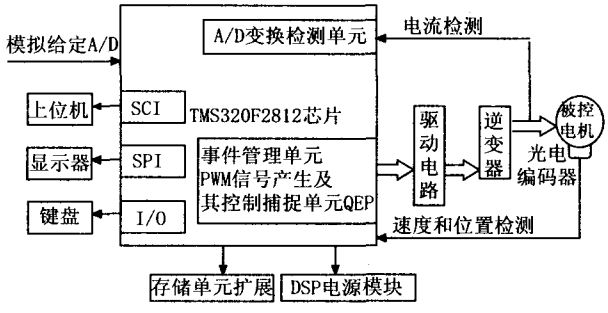

图 3　基于 TMS320F2812 控制系统框图

（2）DSP 系统中的可编程 DSP 芯片可使设计人员在开发过程中灵活方便地对软件进行修改和升级。

（3）可以完成各复杂的功能，如：指令、反馈、校正、运算、判断、监控、报警、数据处理、故障诊断、状态估计、触发控制、PWM 脉冲产生、坐标变换等。

（4）DSP 系统以数字处理为基础，稳定性好，受环境温度以及噪声的影响较小、可靠性高，不存在温漂问题，不存在参数变化的影响。

（5）模拟系统的性能受元器件参数性能变化比较大，而数字系统基本上不受影响，可重复性好，因此数字系统便于测试、调试和大规模生产。

（6）DSP 系统中的数字部件有高度的规范性，便于大规模集成。

（7）以 SVPWM 控制为控制策略的控制方法可实现高精度的速度和磁极位置检测，实现位置、转速调节器、电流调节器、电压空间矢量的数字化，能取得较好的控制效果。

（8）采用以 TMS320F2812 为核心组成的伺服控制系统，性能高，所需元件少，成本较低。

（9）采用 SVPWM 控制方式的永磁同步电动机伺服系统提高了系统直流电压的利用率，不仅电流谐波减少，而且谐波转矩也减少，从而使电机的转矩脉动得到抑制，使电机的转速平稳上升，较好的满足了系统的动静态性能。

3　结论

将数字信号处理器 TMS320F2812 应用于动力配煤自动控制系统，缩短了信号的处理及反馈时间，提高了配煤的精度，保证了产品质量的稳定性；与现有的控制系统相比，配煤数字控制系统具有灵活、准确、速度快等优点，有效地提高了配煤

维普资讯 http://www.cqvip.com

文章编号：1001-3571（2008）01-0060-05

国内外选煤技术与装备现状及发展趋势

梁金钢，赵环帅，何建新
（煤炭科学研究总院 唐山研究院，河北 唐山 063012）

摘要：简要介绍了国内外选煤技术与装备的现状，对国内外选煤技术的发展趋势进行了评述，并对我国目前选煤工业存在的问题进行了分析。

关键词：现状；发展趋势；存在问题
中图分类号：TD94；TD45 **文献标识码**：A

我国煤炭资源丰富，保有资源量10 202亿t。根据第三次煤炭资源预测与评价，我国煤炭资源总量为5.57万亿t，位居世界第一；可采储量为2 040亿t，位居世界第二[1]。根据预测，到2010年，煤炭在我国一次性能源生产和消费结构中仍占60%左右，到2050年，这一比例不会低于50%。在未来几十年内，煤炭仍将是我国的主要能源之一。

1 国内外选煤工业现状

目前，大部分国家对煤炭洗选非常重视，尤其是发达国家。现世界原煤平均入选比例在50%左右，一些国家甚至超过80%。虽然欧洲一些国家几乎关闭了所有的煤矿，但仍有选煤厂用来处理进口煤炭。主要产煤国原煤入选比例如图1所示。

近几年，国外一些国家在煤炭开采、选煤生产和选煤厂建设等方面发生了很大变化，大部分国家都在关闭中小型效益不好的煤矿和选煤厂，取而代之的是扩大现代化程度高、生产成本相对较低的煤矿和选煤厂的生产能力。近20多年来，美国关闭了75%的煤矿和近50%的选煤厂；英国煤炭资源已近枯竭，年产量约下降到300万t，不但100%入选，还对一些进口商品煤进行再洗选；过去10年，俄罗斯关闭煤矿153座，选煤厂38座[2]；过去10年里，波兰通过调整合并，关闭了23座煤矿和59座选煤厂。到目前为止，我国也已关闭2 811处小煤矿，并一直在新建大中型煤矿选煤厂[3]。这说明国内外有加强煤炭合理开采、优化生产管理以及增强矿产资源有效利用和环境保护的趋势。

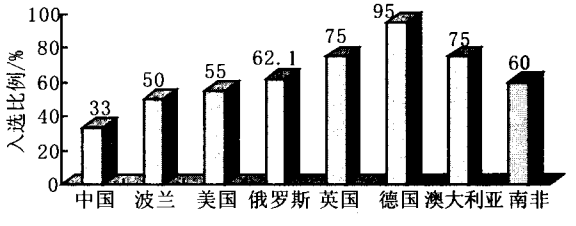

图1 主要产煤国原煤入选比例

据不完全统计，截止2006年，我国共有年入选原煤15万t以上（包括15万t）的选煤厂1 043座，年入选能力91 602万t。其中炼焦煤选煤厂

收稿日期：2007-08-12
作者简介：梁金钢（1962-），男，河北省隆尧人，研究员，1982年毕业于太原理工大学，现任煤炭科学研究总院唐山研究院党委书记、国家选煤机械质量监督检验中心主任。联系电话：（0315）7759418。

产率，实现了精确、自动化配煤。

配煤自动控制系统计量准确、信息传送准确，对于提高配煤合格率、保证产品质量的稳定性，提高劳动生产率，减少工作人员，降低挥发分和灰分的波动范围和提高自动化水平等均具有十分重要的意义，为配煤生产管理现代化开辟了一条新途径。

参考文献：

[1] 赵立民．PLC在配煤自动控制系统中的应用［J］．基础自动化．1999，（2）．
[2] 潘炼．PLC在配煤控制系统中的应用［J］．PLC、工控机与集散控制系统，2005，（5）．
[3] Texas Instruments. TMS320F2812 Digital signal processor data manual［R］，2003.
[4] 张卫宁．TMS320C28X系列DSP的CPU与外设［M］．北京：清华大学出版社，2005.
[5] 李琳，吕海卫，张奇志．基于DSP的柴油发电机组调速系统［J］．电机设计，2007，（4）．
[6] 苏奎峰，吕强，等．TMS320F2812原理与开发［M］．北京：电子工业出版社，2005.
[7] 夏俭军．一种高性能DSP芯片TMS320F2812［J］．微机处理，2005，（6）．