

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.013

基于物联网的冷热电联供集散控制系统

王巍巍¹, 沈 岑¹, 任 彧², 钟英杰¹

(1. 浙江工业大学 能源与动力工程研究所, 浙江 杭州 310014;
2. 杭州电子科技大学 软件与智能控制研究所, 浙江 杭州 310018)

摘 要:针对冷热电联供系统(CCHP),提出了一种基于物联网的冷热电联供集散控制系统,其包括上位机、安保系统和节能系统,介绍了这一控制系统的架构和实施方案,并设计开发了上位机监控软件。这一控制系统的特点是通过物联网技术,在上位机上实现了负荷变化的实时跟踪以及安保系统和节能系统的远程集中控制,从而达到高效节能的目的。图6参10

关 键 词:物联网;冷热电联供;集散控制系统;监控软件

中图分类号:TK323 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2012)06-0049-07

Distributed Control System for Combined Cooling Heating and Power System Based on Internet of Things

WANG Weiwei¹, SHEN Cen¹, REN Yu², ZHONG Yingjie¹

(1. Institute of Energy and Power Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014 China;
2. Institute of Software and Intelligence, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: This paper proposed a DCS for CCHP system based on Internet of Things (IOT) including upper computer, security system and energy saving system, besides, introduced the architecture and the implementing scheme for this control system, and developed upper computer monitoring software. The characteristic of this control system is achieving the real-time tracking of load changing and the remote centralized control of security system and energy saving system through IOT, so as to achieve the purpose of high efficiency and energy saving. [Ch, 6 fig, 10 ref.]

Key words: internet of things; combined cooling heating and power (CCHP); distributed control system; monitoring software

0 引言

冷热电联供(Combined Cooling Heating and Power, CCHP)系统是能源综合梯级利用的解决方案,总的能源利用率可以达到75%~90%^[1]。可以用天然气等清洁能源作为一次能源,将发电系统和供热、供冷系统相结合,构成小规模、点状分布在用户附近的一种综合供能站。冷热电联供系统中原动机产生的高温尾气可通过余热回收设备进行再利用,向用户供热或供冷,从而满足用户对热、电、冷等能源的需求。冷热电联供系统既可使用户自成一个能源供应系统,又可与城市公

共电网并联运行,系统具有相对的独立性、灵活性和安全性。冷热电联供系统中的原动机可以一台独立运行,又可以多台并联运行,可以满足不同电功率负荷的用户需求。与传统分供式能源系统相比较,冷热电联供系统结构紧凑,重量轻,占地面积小,安装方便,维护简单,自动化程度高,运行成本低。

1 典型 CCHP 系统及其控制

典型的冷热电联供系统主要包括发电系统和空调系统,另外还包括换热器、变电设备等辅助设备。如图1所示,以杭州某冷热电联供系统为例进行说明,其主

收稿日期:2012-05-09;修回日期:2012-05-17

基金项目:浙江省科技厅重大科技专项重点项目(2009C11015)

作者简介:王巍巍(1987),男,浙江台州人,浙江工业大学硕士研究生,主要从事冷热电联供的研究。通信作者:钟英杰, E-mail: zhong_yingjie@zjut.edu.cn

要设备为4台额定功率均为65 kW的Capstone C65微燃机,一台制冷量和制热量分别为872 kW和672 kW的远大BZEY75XD-k-300溴化锂烟气直燃机组,负载端为2 000 m²的办公大楼。其工作流程如下:天然气在微燃机燃烧室内燃烧后,产生高温高压气体推动涡轮高速旋转,从而带动发电机发电。发电后排出的废热烟气一部分引入一体化烟气直燃机组,通过直燃机

对烟气补燃以满足溴化锂吸收式装置的热源需求,生产空调用冷冻水或采暖温水,供给办公楼、应急车间和后勤的制冷或采暖负荷;另一部分烟气通过烟气-水换热器装置产生卫生热水。由图中可以看出,组成冷热电联供系统的设备种类繁多,而且其需要提供冷热电3种形式的能量,各种设备和能量间的协调统一比较困难,所以需要一个集中有效的控制系统。

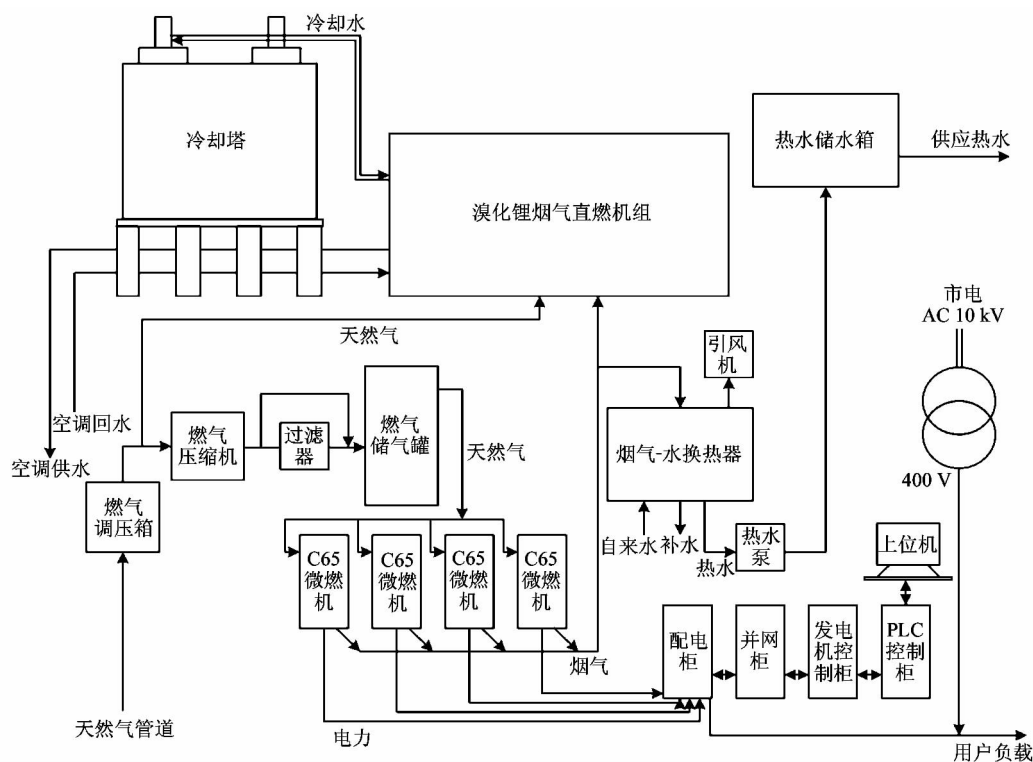


图1 杭州某冷热电联供系统结构

Figure 1 Architecture of a CCHP system in Hangzhou

该冷热电联供系统现有的控制系统由现场控制房的现场控制和办公楼中的监控中心的监控系统组成,见图2。

控制房中有4台控制柜和上位机,控制柜的功能是对冷热电联供系统的设备进行简单的开关顺序控制和一些主要参数的设定,并将整个系统的信息整合到上位机和监控中心的监控系统中进行显示。

该冷热电联供系统与市电并联运行,由于目前国家的政策限制,该冷热电联供系统产生的多余电量不能上网销售^[2],所以微燃机的基本运行策略为以电定热,而且为保证微燃机运行效率,每台微燃机都按全功率65 kW运行,电力不足部分由市电补足:当补足的市电维持在110 kW以上达5分钟时开启一台微燃机,当市电维持在20 kW以下持续5分钟时关闭一台微燃机。

该冷热电联供系统通过现场控制室实现了初步的现场集中管理,并通过监控中心的监控系统实现初步的远程监控。但因为控制室中有4个控制柜,相应的控制操作都要到对应的控制柜上进行,而且由于溴化锂空调和微燃机等设备自带的控制并没有完全集成到控制室的控制柜内,一些控制操作仍要到设备上,所以现场需要人员值守,非常不便。而且该冷热电联供系统目前的总效率为60%~70%,相对冷热电联供系统75%~90%的理论总效率仍有较大的提升空间。

由上述冷热电联供系统可以看出,目前冷热电联供系统的控制系统比较松散、原始,多为简单的程序控制,需要人员现场值守。另外,其运行控制中没有精确地跟踪负荷端的实际负荷需求变化,普遍存在较大的一次能源浪费现象。所以应将冷热电联供系统作为一个整体来控制,当冷、热、电负荷需求变动时,系统应该

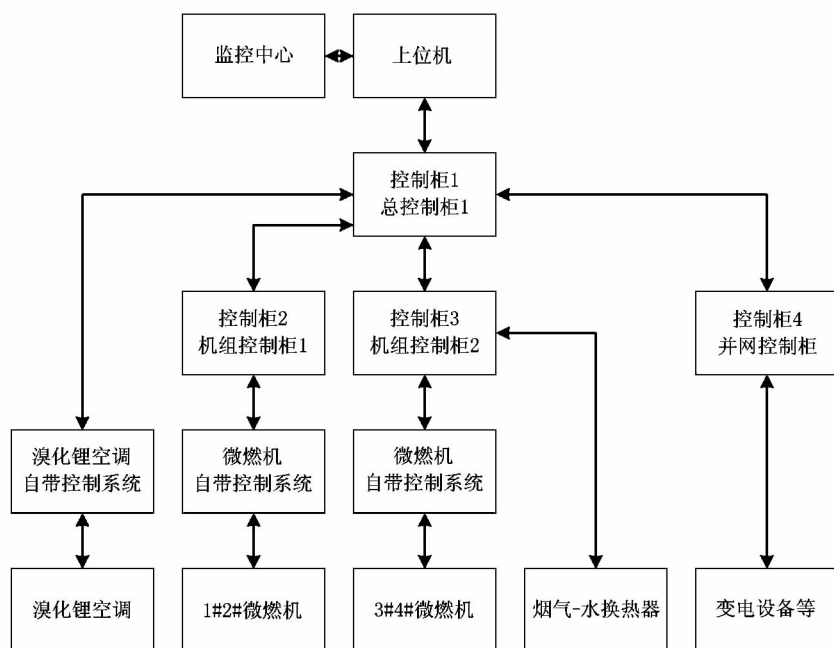


图2 杭州某冷热电联供系统现有控制系统

Figure 2 Current control system of a CCHP system in Hangzhou

能够给出准确、及时地调整、操作,保证能量的合理匹配,维持机组在较高效率下运行,并保持系统运行稳定^[3]。

为了克服已有冷热电联供系统的控制系统比较分散、运行成本高、能源利用率较低的不足,文中提出了一种集散控制、运行成本较低、能源利用率高的基于物联网的冷热电联供集散控制系统。

集散控制系统(Distributed Control System, DCS)可以满足冷热电联供系统无人值守,远程集中控制的要求。集散控制系统是以微处理器为基础的对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的集中分散控制系统,既实现了在管理、操作和显示3方面集中,又实现了在功能、负荷和危险性3方面的分散^[4],所以集散控制系统可以很好地实现冷热电联供系统的集中远程控制。但无人值守时,如何保障冷热电联供系统的安全就变得非常重要。

物联网(Internet of Things, IOT)技术可以满足冷热电联供系统无人值守、远程控制下的安保要求,并能精确地跟踪负荷端的负荷变化。物联网是通过射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备,按约定的协议,把任何物品与互联网相连接,进行信息交换和通信,以实现物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络^[5-7]。基于物联网技术,通过负载端

的温湿度传感器和RFID系统可以实时跟踪冷热电联供系统负载端温湿度参数和人员分布的变化,即时调整负荷输出,减少能源消耗;通过能源岛的RFID系统和各种报警传感器可以监控能源岛人员和保障设备的安全运行。

2 基于物联网的冷热电联供集散控制系统架构

参照图3,冷热电联供集散控制系统架构包括分散过程控制级、集中操作监控级和综合信息管理级3层,都通过基于物联网技术的通信网络进行连接。

分散过程控制级中,包括若干个现场控制站和现场监测站。由若干个现场控制站实现生产工艺的调节,比如阀门的开闭调节、顺序控制、连续控制等等,主要包括溴化锂空调现

场控制站、原动机现场控制站和辅助设备现场控制站等。由若干个现场监测站实现过程非控变量的监测,将过程非控变量进行数据采集和预处理,而且对实时数据进一步加工处理,然后传送给集中操作监控级和上位机进行控制决策,主要包括温湿度传感器、红外传感器、烟雾传感器、燃料泄漏传感器等。

集中操作监控级中,包括面向操作人员的操作员操作站、面向监督管理人员的工程师操作站、监控计算机及网间连接器。集中操作监控级以操作监视为主要任务:把过程参数的信息集中化,对各个现场控制站的数据进行收集,并通过简单的操作,进行工程量的显示、各种工艺流程图的显示、趋势曲线的显示以及改变过程参数(如设定值、控制参数、报警状态等信息);另一个任务是兼有部分管理功能:进行控制系统的组态与生成。网间连接器实现集中操作监控级与上下级网络之间的互联。

综合信息管理级包括上位机和网间连接器。上位机综合监视系统各单元,管理全系统的所有信息。这是集散控制系统的最高一层,它的权限很大,可以监视各部门的运行情况,利用历史数据和实时数据预测可能发生的各种情况,帮助管理人员进行决策。通过网间连接器实现综合信息管理级与下级网络的互联,并实现综合信息管理级与外部网络的互联,从而达成远程管理和控制的功能。

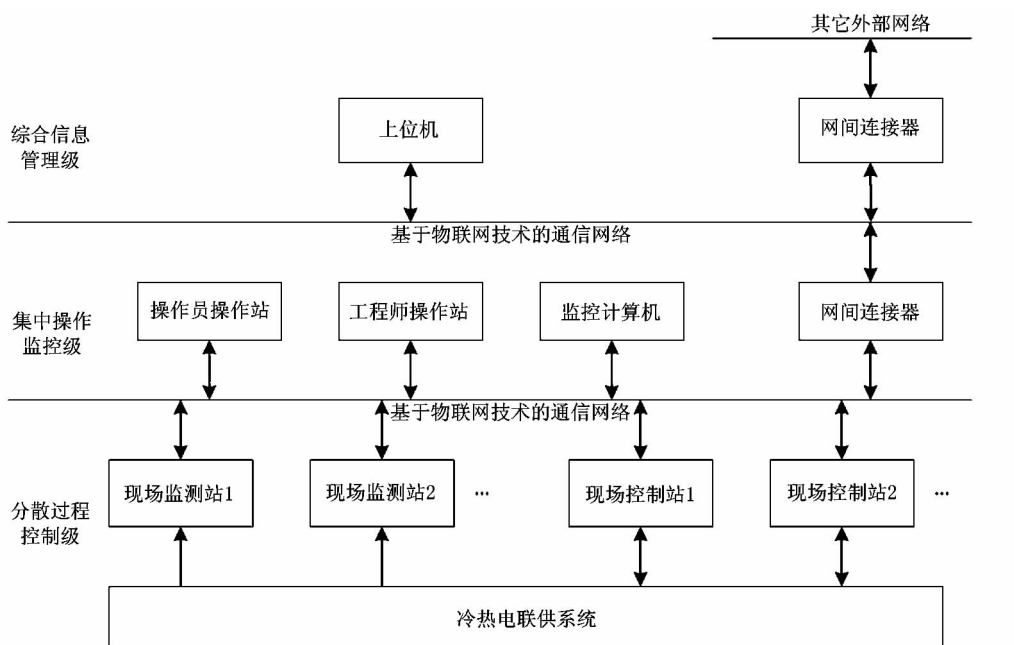


图3 基于物联网的冷热电联供集散控制系统架构

Figure 3 Architecture of DCS for CCHP based on IOT

3 实施方案

3.1 控制系统

参照图4,基于物联网的冷热电联供集散控制系统,包括上位机、冷热电联供系统的安保系统和冷热电联供系统的节能系统。上位机通过基于物联网技术的通信网络与冷热电联供系统的安保系统和冷热电联供系统的节能系统进行连接,对其进行监视和控制,并完成数据的存储。

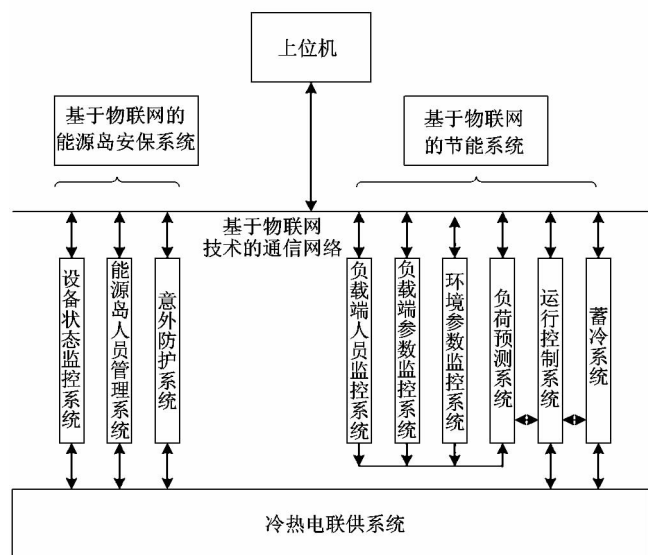


图4 基于物联网的冷热电联供集散控制系统

Figure 4 DCS for CCHP based on IOT

冷热电联供系统的能源岛的安保系统包括设备状态监控系统、能源岛人员管理系统和意外防护系统。设备状态监控系统包含对发电机、空调机组和辅助设备的运行监控,以及对电路和通信网络的状态的监控,以保证设备的正常运行,并达到最佳状态。能源岛人员管理包含射频卡、间隔射频门控终端、RFID读写器、红外线监控系统和声光报警系统,以实现能源岛人员的管理和防盗。意外防护包含烟雾传感器、燃料泄漏传感器、消防喷嘴和声光报警系统,实现防火和防泄漏。节能管理系统包含温度传感器、湿度传感器、射频卡、RFID读写器、间隔射频门控终端和红外线监控系统等设备。

设备状态监控系统中,上位机通过通信网络和设备现有的控制系统进行对接,读取设备的运行参数,并根据运行参数参照对应的控制方案通过设备现有的控制系统发送控制信号,实现设备的安全平稳运行。

能源岛人员管理系统中,对被监控区域根据功能进行区域的划分,决定其对应的人员和权限。在能源岛出入口和操作台面安装射频门禁装置,出入人员佩戴射频卡识别其身份和权限,根据身份和权限,决定其可以进入的区域和可进行的操作。对于不明身份的接近人员,当进入能源岛周边的警告区域后,警告声光报警系统发出声光警告。对于警告后仍闯入的不明身份人员,声光报警系统发出警报。

意外防护系统中,如果烟雾传感器检测到有火灾发生时,消防喷嘴自动喷水,声光报警系统发出警报;燃料泄露传感器检测到有燃料泄漏时,声光报警系统发出警报,提醒工作人员采取措施来消除险情。

冷热电联供系统的节能系统包括负荷端的人员监控,负载端参数监控,环境参数监控,负荷预测系统,冷热电联供系统的运行控制系统和蓄冷系统。

冷热电联供系统的节能管理系统通过负载端的RFID读写器获得人员的分布和数量,通过负载端和环境中的温度传感器等传感器获得负载端和环境的温度、湿度等参数,然后将这些参数通过通信网络传输给负荷预测系统,负荷预测系统将获得的数据输入负荷预测软件,得出冷热电联供系统未来可能的负荷,根据该负荷选择合适的冷热电联供系统的运行方案,再通过通信网络向冷热电联供系统发出控制信号,调整各设备的运行来实现用户的舒适和系统的节能。

为了在冷热电联供系统增加弹性环节,在节能管理系统加入蓄冷系统,利用蓄冷系统的削峰填谷作用,当负载端的负荷较小时,将多余的电量带动蓄冷系统制冷并储存冷量,当负载端负荷较大时,蓄冷系统释放冷量来满足负载端的需求,从而减小制冷设备的容量,并适应国内非发电企业发电不能上网的政策,保证所有原动机都满负荷运行,提高其运行效率和设备利用率^[8]。

3.2 基于物联网技术的通信网络

3.2.1 传感器网络

参照图5,冷热电联供系统设备之间的连接采取有线或无线两种方式,有线网络采用RS485总线进行连接,无线网络采用Zigbee技术:温湿度传感器、红外线传感器、RFID设备等传感设备通过RS485总线将数据传送到Zigbee采集器,Zigbee采集器再将数据转成无线信号通过Zigbee无线通信网络将数据汇总到Zigbee中心节点,最后Zigbee中心节点再将数据整合后通过RS485总线发送至上位机。

Zigbee是一种近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率且低成本的双向无线通信技术,主要适合于自动控制、远程控制领域及家用设备联网,它有以下特点:

1) 工作周期短,收发信息功耗较低,并且简化功能器件(Reduced Function Device, RFD)采用了休眠模式,不工作时都可以进入睡眠模式。

2) 低成本。通过大幅简化协议(不到蓝牙的1/10),降低了对通信控制器的要求,以8051的8位微控制器测算,全功能的主节点需要32 kB代码,子功能节

点少至4 kB代码。

3) 低速率、短延时。Zigbee的最大通信速率达到250 kbit/s(工作在2.4 GHz时),满足低速率传输数据的应用需求。Zigbee的响应速度较快,一般从睡眠转入工作状态只需15 ms,节点连接进入网络只需30 ms,进一步节省了电能。相比较,蓝牙需3~10 s,Wi-Fi需3 s。

4) 近距离,高容量。传输范围一般介于10~100 m,在增加RF发射功率后,亦可增加到1~3 km。这指的是相邻节点间的距离,若通过路由和节点间通信的接力,扩展后达到几百米甚至几千米。Zigbee可采用星状、片状和网状网络结构。由一个主节点管理若干子节点,最多一个主节点可管理254个子节点。

5) 高可靠性和高安全性。Zigbee的媒体接入控制层(Medium Access Control, MAC)采用CSMA/CA的碰撞避免机制,同时为需要固定带宽的通信业务预留了专用时隙,避免了发送数据时的竞争和冲突。Zigbee还提供了3级安全模式,包括无安全设定、使用接入控制清单防止非法获取数据以及采用高级加密标准(Advanced Encryption Standard, AES)的对称密码,以灵活确定其安全属性^[9]。

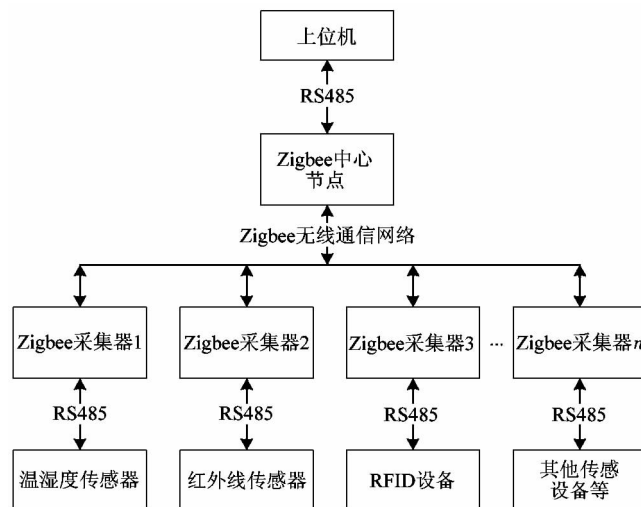


图5 传感器网络

Figure 5 Sensor networks

3.2.2 RFID设备

RFID卡采用近距离智能卡系统,该系统采用HF频率的MIFARE非接触智能卡,采用制造商为Microprogram的MIFARE读卡器,型号为(MP-602MSU),频率为13.56 MHz,协议为ISO/iec14443ATYPEA标准,读写卡片最大操作距离为60 mm,通信端口为USB标准序列通信端口。

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2012.06.014

基于 PLC 控制的新型管道自动切割机

张建中¹, 孔德文², 姚忠福², 辛莹莹², 朱 英²

(1. 山东科技大学(泰安校区)机电工程系, 山东 泰安 271019;
2. 山东科技大学机电工程学院, 山东 青岛 266590)

摘 要:为提高野外施工管道切割机的工作效率,设计了一种简便型管道切割装置。使用两个主动托辊带动钢管旋转,运用火焰切割的切割方法,切割部运动方式采用丝杠传动,平行与管道轴向进给。使用西门子 S7-200PLC 控制器及 MCGS 嵌入式人机界面操作系统,结构简单,操作方便,可满足同一大中型口径管道的一次性连续多段不等长度的切割工艺。图4参10

关 键 词:管道切割机;自动控制;可编程控制器(PLC);人机界面

中图分类号:TP273 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2012)06-0055-03

New Type of Automatic Pipe Cutting Machine Based on PLC Control

ZHANG Jianzhong¹, KONG Dewen², YAO Zhongfu², XIN Yingying², ZHU Ying²

(1. Department of Mechanical and Electronic Engineering, Tai'an School Division of Shandong University of Science and Technology, Tai'an 271019, Shandong, China; 2. College of Mechanical and Electronic Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, Shandong, China)

Abstract: In order to improve the efficiency of the construction field pipeline cutting machine, the paper designed a kind of simple pipe cutting device which adopted two active rollers to drive steel tube rotate, and flame cutting method. The movement of cutting part adopted guide-screw transmission and fed parallel to the pipeline axial. With the help of Siemens S7-200 PLC controller and embedded MCGS man-machine interface operation system, the structure is simple, easy to operate. It is suitable for the large and medium-sized pipe's continuous multi-paragraph automatic cutting with variety length. [Ch, 4 fig. 10 ref.]

Key words: pipe cutting machine; automatic control; programmable logic controller(PLC); the man-machine interface

0 引言

在野外作业的工程建设中,管道的切割加工设备无疑是决定管道安装质量和工程施工效率的决定性因素之一。在实际应用中,大中型管道在小型管道切割机床上难以加工,而专用的大型管道切割机又面临体积大而笨重,制造困难,价格高,维修周期长等一系列的问题。传统的工程施工现场中,多以人工手持焊枪进行作业为主,不仅劳动强度大,工作效率低,而且还会对工人的安全构成一定程度的威胁^[1]。

文章在已有管道切割机^[2]的基础上进行了改进,采用 S7-200PLC 及 PLC 人机界面,设计了一种简易的管道切管机,可实现中型及大型口径管道连续多段不

等长度的自动切割,结构简单,容易拆卸,便于携带,操作方便快捷,改善了切割过程自动化程度低等问题。

1 管道切割机机械系统的组成及工作原理

1.1 机构的组成

主要由动力源、旋管装置、管道防跑支护架、轴向移架导轨、切割焊枪定位及加紧支架和辅助支撑等6部分组成。

1.2 工作原理

如图1所示,管道两侧使用辅助支护架为管道定位。支护杆一侧端头采用“T”字形,与辅助滚轮内置滚动轴承相连接,另一端固定在底座上。可随管径大小调整到合适的距离后用销钉进行定位,达到随动性

收稿日期:2012-05-04;修回日期:2012-07-01

作者简介:张建中(1960),河南周口人,教授,硕士生导师,主持纵、横科研项目10多项,主要从事机械设计理论以及机械电子方面的研究工作。通信作者:孔德文, E-mail:13515383690@163.com