

# 接入云平台的吸收式制冷机组远程控制<sup>①</sup>

颜世甲, 段晨旭, 丁绪东, 王 静, 段培永

(山东建筑大学 信息与电气工程学院 山东省智能建筑重点实验室, 济南 250101)  
通讯作者: 段晨旭, E-mail: [cxduan@sdjzu.edu.cn](mailto:cxduan@sdjzu.edu.cn)

**摘 要:** 本文针对新型吸收式制冷机组, 设计了接入云平台的制冷机组远程监控系统. 重点解决控制现场传感器分布分散、多网络协议异构与本地设备云平台接入的问题, 实现了云平台与控制现场的数据共享及远程监控. 控制现场采用现场总线技术, 设计智能节点, 搭建CAN传感器网络. 通过嵌入式技术, 设计了一款嵌入式云网关, 网关采用数据缓存帧作为多协议转换的缓存器, 采用无线模块建立与云平台的通路并使用EDP协议, 实现控制现场信息对云平台的接入. 在云平台设计了制冷机组云监控平台, 通过设备信息的云注册与监控界面的设计, 建立接入设备在云平台映射, 完成机组运行参数在云平台的实时更新. 本设计采用本地控制设备接入云平台的方法, 实现了新型吸收式制冷机组本地实验数据远程共享和远程监控.

**关键词:** 云监控; 吸收式制冷机; 嵌入式云网关

引用格式: 颜世甲, 段晨旭, 丁绪东, 王静, 段培永. 接入云平台的吸收式制冷机组远程控制. 计算机系统应用, 2017, 26(7): 116-120. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/5861.html>

## Remote Cloud Access Control System for New Absorption Refrigeration

YAN Shi-Jia, DUAN Chen-Xu, DING Xu-Dong, WANG Jing, DUAN Pei-Yong

(Shandong Provincial Key Laboratory of Intelligent Buildings Technology, School of Information and Electrical Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

**Abstract:** A Remote Control System for the new type of absorption refrigeration unit is designed which gains access to the cloud platform. The system is designed to solve the problem of distributed sensors, multi-protocol of heterogeneous networks and cloud platform access for local devices, which achieves the data sharing and remote monitoring between cloud platform and control field. Through field bus technology, the intelligent node is designed and the CAN sensor network is constructed in the control field. Through the embedded technology, an embedded cloud gateway is designed which uses the data cache frame as the buffer for the multi-protocol conversion. The wireless module is used to establish the access to the cloud platform and use the EDP protocol to connect the control field with the cloud platform. In the cloud platform, the cloud monitoring platform of the refrigeration unit is designed. Through the registration of device and monitoring interface design, the access equipment is mapped in the cloud platform, and the data from the control field is automatic updating in the cloud platform. The system uses the method of cloud platform access for local devices, which completes the experiment data sharing and remote monitoring for new absorption refrigeration.

**Key words:** cloud monitoring; absorption refrigeration; embedded cloud gateway

## 1 引言

吸收式制冷系统直接利用太阳能或余热等低品位

热源作为驱动源, 具有节能环保的双重优点, 成为目前市场上主流的热驱动制冷系统. 随着冷热电联产系统

① 基金项目: 国家自然科学基金(61374187); 山东省国际科技合作项目(2022GH20306)

收稿时间: 2016-11-04; 收到修改稿时间: 2016-12-12

和区域集中供热供冷系统的推广应用,吸收式制冷系统成为必不可少的环节<sup>[1]</sup>.本设计作为新型吸收式制冷系统的优化控制平台,需要完成实验数据远程共享和远程监控等功能.接入云平台的远程监控克服了传统的远程监控系统,存在开发周期长,监控成本高的问题,采用B/S构架,具有良好的跨平台性,使用范围灵活,系统可运行于桌面平台和移动终端<sup>[2]</sup>.设备云作为平台的平台,为接入设备提供接入、传输、存储和展现等基础设施,用户通过简单的配置即可完成云应用的开发,降低开发周期.本设计结合云接入技术、网络传输技术、嵌入式技术等多种技术,搭建了接入云平台的吸收式制冷机组远程监控系统.针对新型吸收式机组控制特点,以搭建控制现场CAN测控网络及云接入网关与云平台监控系统的设计,作为本设计的技术难点.

## 2 总体框架

新型吸收式制冷机组以DMF作为吸收剂、以R134A作为制冷剂.机组由水加热循环、制冷剂循环、吸收剂循环三个回路组成.在水加热循环中,通过加热混合液,为制冷剂循环提供了能量.在制冷剂循环中,R134A物理状态发生变化,实现了制冷的目的.在吸收剂循环中,DMF吸收经过制冷循环后的气态R134A,以维持蒸发器出口端的低压<sup>[3-5]</sup>.系统框图如图1所示.

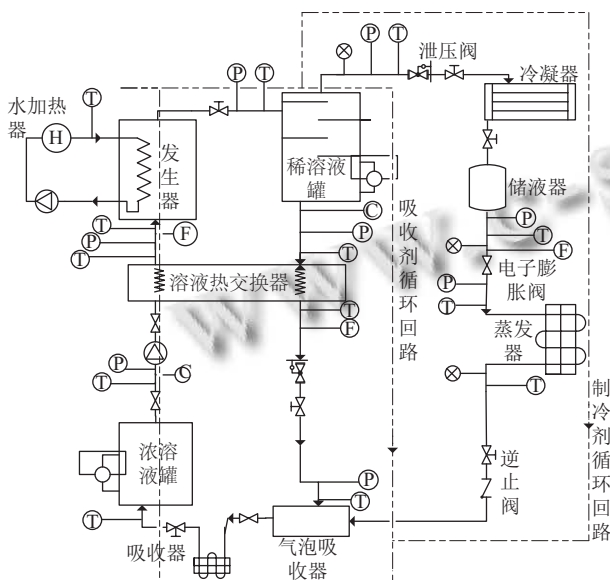


图1 制冷机组系统框图

针对新型吸收式制冷机组,监控系统采用四层的平台构架,分别为感知层、采集层、通讯层与平台层.

感知层采用CAN总线技术,搭建CAN测控网络,建立起底层传感器、执行器间的通信网络.采集层开发了一款嵌入式云网关,在控制现场完成系统运行参数采集、汇总和系统的闭环控制,同时完成实时数据的云接入<sup>[6-8]</sup>.通信层是嵌入式网关与云平台的连接通路,主要由GPRS无线网络与Internet组成.平台层主要在云端搭建起监控应用,完成对接入云平台的大量实验数据的存储、监控、报警、还可实现对嵌入式云网关远程升级<sup>[9-11]</sup>.



图2 系统整体架构图

## 3 CAN传感器网络设计

本设计针对新型制冷机组存在传感器与执行器种类数量多且机构分散的问题,开发了CAN传感器测控网络.网络主要由CAN智能节点、控制器单元、通信线路构成.智能节点通过将CAN驱动器接入通信线路,匹配物理层通信电平.在CAN驱动器的上层,采用内嵌的CAN总线协议的CAN控制器,实现数据链路层协议的匹配.根据测控要求不同,CAN智能节点又分为检测节点和控制节点.检测节点将现场模拟信号转化为数字信号并传输至CAN通信网络,控制节点根据CAN网络下传的控制信息实现系统的闭环控制.图3是基于CAN的传感器网络结构图.

## 4 嵌入式云网关设计

嵌入式云网关作为CAN测控网络与Internet网络连接的节点,需要完成数据采集、上传、分析与机组控制的任务,其控制核心采用搭载多任务Linux操作系统的ARM9芯片.在与CAN测控网络进行通信时,作为控制器单元接入CAN通信网络,实现运行参数的汇总与

控制命令的下达. 在于云平台接入的方面, 嵌入式云网关使用GPRS模块实现本地网络与Internet网络的连接. GPRS模块写入了完整的TCP/IP协议栈, 主控芯片通过串行通信传输AT命令, 控制GPRS模块完成嵌入式云网关与云端的连接.

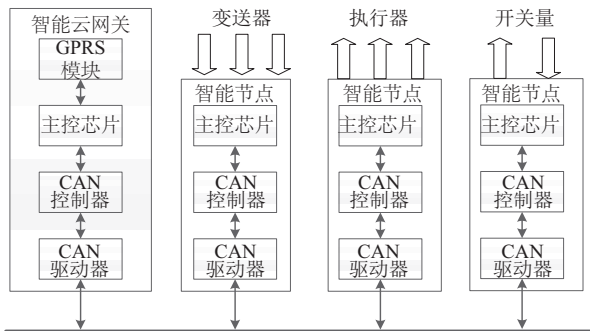


图3 CAN传感器网络结构图

#### 4.1 嵌入式云网关云接入

嵌入式云网关接入云平台, 采用Socket套接字与EDP协议结合的方式完成数据通信. Socket套接字通过嵌入式云网关绑定云平台IP建立起数据连接通路, 屏蔽底层数据传输差异. EDP协议规定嵌入式云网关与云平台的数据帧结构, 完成设备上传数据与云平台存储、展示数据的一一映射.

在嵌入式云网关与云平台的Socket连接中, 嵌入式云网关需要调用Cline Socket套接字、云平台需要调用Server Socket套接字. 首先由云平台启动Socket()套接字, 然后再调用bind()绑定网络IP并使用listen()做好监听准备, 等待接入设备提出连接请求. 接入设备通过connect()调用云平台开放的IP地址与端口发送连接请求、云平台使用accept()接收连接请求. 此时云平台与嵌入式云网关就可通过write()与read()完成数据通信. 嵌入式云网关发送完成数据后调用close()关闭Socket套接字资源, 如图4.

在接入设备与云平台数据交换时, 应用层采用EDP协议封装通信数据. EDP协议包含了设备云上对每个接入设备的分类信息, 如: 项目ID、设备ID, 以及api-key等, 提高了设备云对上传数据的接收效率. EDP协议帧由消息头、消息选项、消息体组成, 如表1. 消息头含有消息类型与剩余字节长度. 消息选型确定了消息具体的功能. 消息体中含有设备ID、用户ID、鉴权信息与需要传输的数据. EDP协议的消息类型主要包括连接请求帧、连接响应帧与存储(&转发)数据帧. 连

接请求帧包含接入设备在云台的注册信息, 用于云平台对接入设备的认证. 连接响应帧用于云平台收到连接请求帧后向接入设备的回传连接状态. 存储(&转发)数据帧结合云平台数据流ID用于接入设备向与平台上传数据.

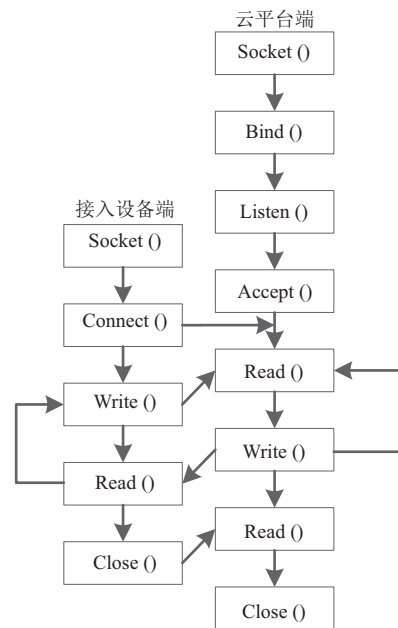


图4 Socket连接流程图

表1 EDP协议帧格式

消息头	消息选项	消息体
-----	------	-----

嵌入式云网关与设备云通信时, 首先嵌入式云网关向设备云发送登陆请求, 完成设备登陆鉴权. 设备云根据鉴权结果回传响应消息. 嵌入式云网关判断响应信息, 执行重新登陆或者上传信息操作. 消息传输完成后, 通过心跳机制每隔4 min发送心跳请求保持与云端的稳定通路, 如图5.

#### 4.2 多协议转换

嵌入式云网关作为CAN通信网络与Internet网络的通信节点, 需要解决异构网络间协议的差异与通信速率不同步的问题. 嵌入式云网关软件设计主要由Linux内核模块、API接口、堆缓存空间与应用程序组成, 如图6.

内核模块作为硬件接口的驱动程序, 直接控制各设备模块. 在内核模块的上层, 通过对内核模块的封装, 向应用程序提供统一的API接口. 数据缓存器缓存内核

模块上传的数据,建立运行参数帧,实现异构网络的协议转换与传输速率同步.为解决CAN测控网络与Internet网络传输速率存在的差别,在嵌入式云网关中开辟堆内存空间,设计统一的帧格式缓存器,实现对CAN智能节点上传数据的缓存,同时提高多协议转换的可扩展性.统一帧格式由数据ID标识、上传时间、数据类型与上传数据五部分组成.见表2.

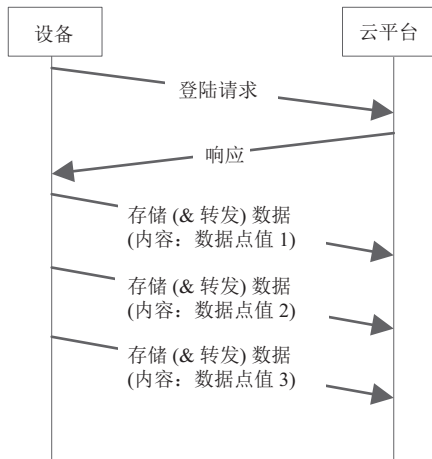


图5 云登陆主要流程

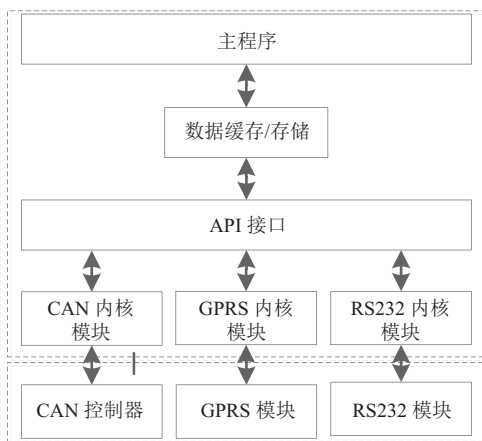


图6 嵌入式云网关程序结构

表2 数据缓存帧

数据ID标识	时间	标志	数据类型	数据
--------	----	----	------	----

数据ID标识与实际物理传感器标识一一对应,时间记录了数据上传的具体时间,数据类型标记了上传数据的物理设备的功能,帧标志位用于标志数据是否

完成向云平台的数据接入.缓存帧数据结构如下:

```

typedef struct BUFFERDATA
{
    unsigned short ID; //数据ID标识
    time_t time; //时间
    Bool flag; //标志位
    unsigned char type; //数据类型
    unsigned short data; //数据
}
    
```

设计Linux内核模块时,通过建立CAN\_fops与GPRS\_fops驱动结构体,封装内核模块底层命令,并对上层的程序模块提供open、read、write、release、ioctl接口函数,分别完成对硬件设备的初始化配置、读数据操作、写数据操作、释放模块占用资源与物理模块参数配置的功能.程序运行中首先通过module(GlobalChar\_init)完成对内核模块的加载,调用register\_chrdev()函数,实现对CAN\_fops、GPRS\_fops结构体函数的注册.完成内核模块加载后,通过pthread\_creat()建立CAN通信线程与以太网通信线程.CAN通信线程通过调用CAN设备驱动提供的can\_read()函数向CAN传感器各节点发出数据上传请求.各节点上传的数据存入堆内存数据缓存帧中,当数据传输完成后调用以太网进程传输数据至云平台并通过实时上传数据完成警告值报警与系统PID控制.在以太网线程中,GPRS设置驱动调用gprs\_open()接口函数,建立嵌入式云网关与云平台的Socket数据透传,采用心跳机制定时发送心跳包维持与云平台的长连接.当云平台下发控制命令,由gprs\_read()函数接收数据调用can\_wirte()函数将控制命令发送至智能节点,实现云端对本地制冷机组的远程控制,如图7.

### 5 云平台软件设计

针对吸收式制冷机组的云监控平台,云平台需要完成两部分的设计:一是嵌入式云网关设备和数据流的云平台注册,二是吸收式制冷机组的云应用信息集成.嵌入式云网关作为云平台的接入设备,在云平台上需要注册设备档案,录入设备名称、设备GPS坐标并获得设备连接的鉴权信息,确定嵌入式云网关与云平台的连接方式.接入设备上传的温度、压力等仪表采集数据,云平台需要对各个运行参数配置标计管理,记录各参数的名称、单位与符号,通过接入设备与表记

管理的云平台注册,建立起嵌入式云网关在云端的映射,如图8.云平台对信息集成主要是通过组态的方式完成web监控应用的开发.吸收式制冷机组云监控应用主要建立制冷机监控界面、COP曲线、阈值报警与历史数据查询四个功能界面.在对制冷机监控界面编程时,在云平台模态组态界面下加载制冷机组工艺流程图,在流程图中相应的传感器监测位置调用注册好的标记,完成接入设备上传数据流与web监控界面的对应.COP曲线的绘制是通过调用云平台的曲线图模块,通过对输入数据流与COP运算函数的配置完成.阈值报警功能模块,对通过选取与制冷机组运行安全相关的高压侧压力、加热器温度设定相关的标计报警范围.设备接入后,云平台自动完成监控应用中运行参数的实时刷新,并建立器历史记录查询表与告警信息界面.

集、多协议转换与云接入.在云平台,针对吸收式制冷机组建立接入设备映射,搭建云监控平台.接入云的吸收式制冷机组远程监控系统,节约了传统监控系统的布线成本与服务器的运行本,是一种方便、快捷的监控方式.

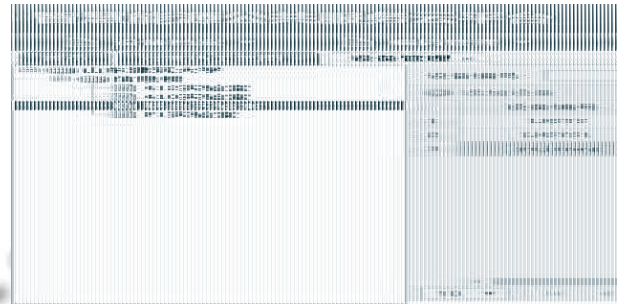


图8 嵌入式云网关注册

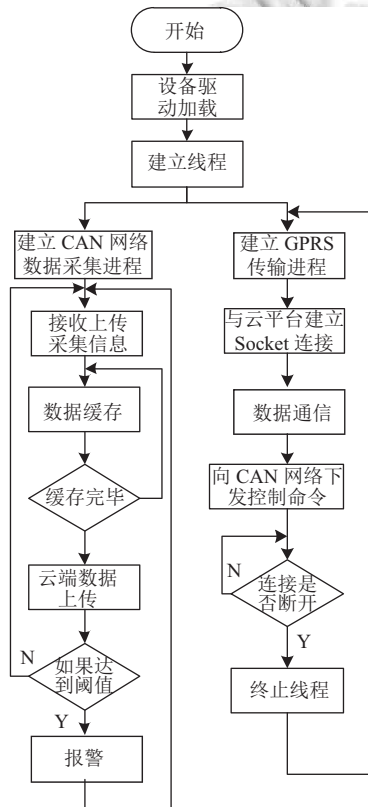


图7 嵌入式云网关流程图

## 6 总结

本设计采用无线通信技术、云接入技术、嵌入式技术开发了针对吸收式制冷机组的接入云平台远程监控系统.在控制现场,通过开发嵌入式云网关、搭建CAN传感器网络,实现了吸收式制冷机组的数据采

## 参考文献

- 1 缪宝龙, 孙文哲, 段龙, 等. 喷射-吸收式氨水制冷机的调试. 低温与特气, 2013, 31(1): 11-15.
- 2 吴夫丹. 基于云平台的服务器监控系统设计[硕士学位论文]. 西安: 西安工业大学, 2014.
- 3 Duan CX, Gao QC, Ding XD, *et al.* Hybrid model of absorption refrigeration system components. 2015 27th Chinese Control and Decision Conference (CCDC). Qingdao, China. 2015. 4964-4967.
- 4 Mariappan S, Annamalai M. Performance evaluation of R134a/DMF-based vapor absorption refrigeration system. Heat Transfer Engineering, 2013, 34(11-12): 976-984. [doi: 10.1080/01457632.2012.753577]
- 5 段培永, 刘桂云, 段晨旭, 等. 基于LabVIEW和CAN总线的吸收式制冷机组数据监控系统. 计算机系统应用, 2015, 24(4): 103-107.
- 6 凌启东, 王鸿磊, 高媛. 基于设施农业的嵌入式网关设计. 科技视界, 2014, (31): 25,16.
- 7 蒋浩天, 雷航. 基于协议栈的现场总线协议转换通用化设计. 计算机技术与发展, 2007, 17(11): 15-18,22.
- 8 郑龙, 郑瑞, 董艳云. 基于CAN总线的分布式温度测控系统研究. 煤矿机电, 2012, (6): 26-29.
- 9 冯鑫, 段培永, 段晨旭, 等. 基于云平台的建筑室内舒适度监控系统. 建筑电气, 2016, 35(3): 65-68.
- 10 卢克, 张仁贡, 杨勇. 基于云技术的渠系引水工程安全监管平台的开发与应用. 水电能源科学, 2016, 34(5): 187-189,193.
- 11 曾凡中, 倪迅雷. 油脂设备云平台系统研制概述. 粮食与油脂, 2016, 29(3): 75-76.