

# 基于无线传感器网络的油罐区火灾监测系统

蔡文龙 北华航天工业学院

**摘要:** 为了有效地监测油罐区的状态和实时预警油罐区火情,设计了基于无线网络的油罐区火灾监测系统。将无线传感器技术应用于油罐区的火灾监测,选择温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体这6个物理量作为监测对象,采集油罐区各个油罐的相关参数,实时将数据传输到服务器和客户端。设计油罐区火灾预警专家系统,实时分析油罐区温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体等数据变化,监测油罐区状态。基于无线网络的油罐区火灾监测系统,硬件结构只有数据采集节点模块、网关、服务器端,价格便宜,系统无需现场布线及复杂的安装调试过程,安装方便,经济性远高于其他监测系统。

**关键词:** 油罐区; 火灾监测; 无线网络; 无线传感器; 设计

doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2015.8.028

随着无线传感器技术(WSN)的发展,可以更加方便、快捷地在油罐区布置数据采集设备,无需复杂的线路设计,既减少安装成本,又可提高油罐区安全性,减少设备维护巡查时间<sup>[1]</sup>。因此,将无线传感器技术应用于油罐区的火灾监测,具有重要的意义。

## 1 系统总体设计

### 1.1 系统功能与结构

油罐区火灾监测系统应具有以下功能:①油罐区数据采集和传输,包括设计安装多种传感器,采集油罐区每个储油罐的状态参数(温度、压力、可燃气体)<sup>[2]</sup>,然后根据油罐区无线传感器节点网络拓扑结构,设计各传感器节点数据传输协议、路由算法等;②数据实时处理、存储、查询和异常预测,包括初步处理采集的油罐区状态数据,实现利用客户端和移动设备实时查看油罐区状态,同时对油罐区数据进行监测,有效预报油罐区的异常<sup>[3]</sup>;③火情响应机制,当油罐区火灾监测系统监测到异常情况时,需要及时采取措施,对现场进行检查、确认,对火情进行应急响应,同时向油罐区和周边所有工作人员进行火情通报,进行紧急的人员疏散。图1所示为基于无线网络的油罐区火灾监测系统结构。

### 1.2 系统网络设计

在油罐区进行火灾监测时,需要严格执行相关国家标准,包括《火灾报警控制器(GB4717—2005)》、《点型感温火灾探测器(GB4716—2005)》、《点型感烟火灾探测器(GB4715—2005)》、《可燃气体

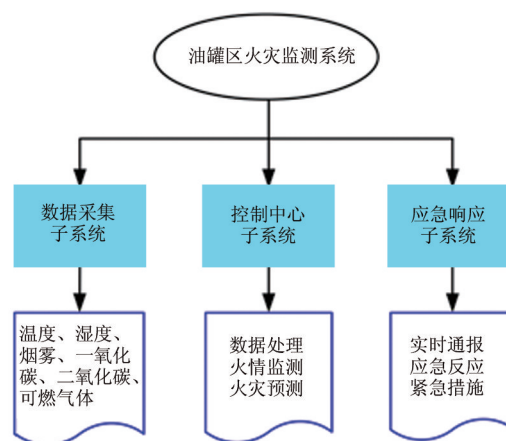


图1 基于无线网络的油罐区火灾监测系统结构

探测器(GB15322.1—2003)》等,选择温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体这6个物理量作为监测对象<sup>[4]</sup>。传感器节点模块设计完成后,将模块安置于罐区每个油罐顶部,监测油罐内原油状态。

在设计无线传感器网络和火灾预警系统时,严格按照规定,选择相关传感器部件,设计软硬件,进行网络布置、电气设计等,并符合国家消防安全资格认证(CCCF认证)。根据油罐区的布局特点和现状,进行油罐区火灾监测系统无线网络设计,如图2所示。

基于无线传感器网络的油罐区火灾监测系统所使用的传感器、芯片、配件、设备等价格便宜、可靠性高,系统所需成本低,而且系统维护、更新方便,非常适用于油罐区的火灾监测。

## 2 系统软件的选择

设计和布置油罐区火灾监测系统硬件结构后,



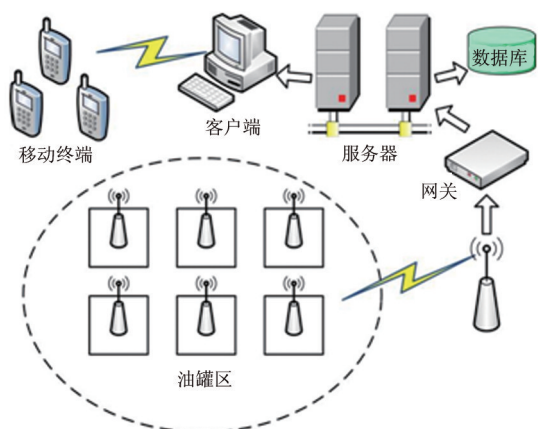


图2 油罐区火灾监测系统无线网络

需要对油罐区的火灾监测系统软件进行选择。目前火灾检测系统软件都比较成熟，软件需要包括以下几个功能：

(1) 网络各数据采集节点的数据采集、传输程序设计。每个数据采集节点包括多种传感器，因此需要决定传感器采集数据的间隔、数据传送出去的时间，以及数据以何种方式传输。

(2) 无线网络的组网算法设计。油罐区面积较大，数据采集节点较多，网络覆盖范围广，无线模块数据传输距离有限，数据传输距离越远，需要的能量越大。而节点采用电池供电，不合理的无线数据传输网络将影响节点的使用寿命。

(3) 油罐区火灾监测专家系统。服务器端接收到油罐区现场数据后，需要对数据进行分析，以确定油罐区油罐的工作状态，需要其能及时发现油罐区油罐的异常，对油罐的火情快发现，及时预警，减少损失。

(4) 油罐区火情监测预警专家系统。根据采集到的油罐工作状态数据，需要根据温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体这6个物理量，分析数据的变化趋势，建立油罐区火灾监测和预警专家系统，实现在线、实时的油罐区火灾预警。同时，随着时间推移服务器端将接收到大量的油罐区现场数据，因此需要建立油罐区工作状态的实时数据库，对油罐区现场数据进行管理、存储。

### 3 可行性与经济性分析

在实际的油罐区火灾监测中，每个储油罐顶部安装有1个无线传感器节点模块及诸多传感器单元。当火灾发生时，位于油罐顶部的无线传感器节点模块能快速、准确地采集到油罐顶部附近的温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体这6个物理量参数，并将数据传输到服务器，专家系统对油罐的状态做出判断并进行火灾预警。为了

验证本文设计的基于无线网络的油罐区火灾监测系统的有效性，对该系统的两大主要功能进行验证：①无线传感器节点可以有效采集到节点附近环境的温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体这6个物理量参数；②采集到的数据，可以通过构建的无线网络传输到服务器端。为此，设计了火灾模拟环境，一共布置了4个无线传感器节点，每个节点之间相隔100 m，在每个节点处，准备好原油样本，同时在离4个节点较中间位置设置了网关节点，在离所有无线传感器节点一定位置处，安放1台笔记本作为服务器端。首先，调试各个无线传感器节点模块，调试网络，搭建无线网络，实现正常的网络通信，笔记本可以成功接收到各节点传输来的数据。然后，点燃各传感器节点处原油样本，观察接收到的节点处的环境参数数据。

根据实验的结果，4个传感器节点均能有效地采集到节点附近的温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体这6个物理量的变化。当原油被点燃后，温度呈现逐渐上升趋势，二氧化碳浓度明显上升，湿度缓慢下降，一氧化碳浓度变化较小。由于传感器精度限制和原油燃烧量较小，湿度和一氧化碳浓度的变化不明显。图3和图4所示为实验前后传感器节点采集的温度、二氧化碳浓度变化。

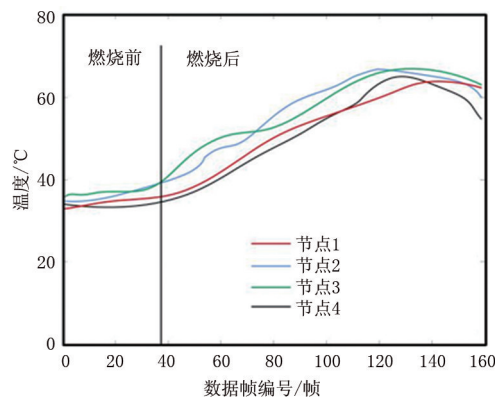


图3 燃烧前后传感器节点温度变化

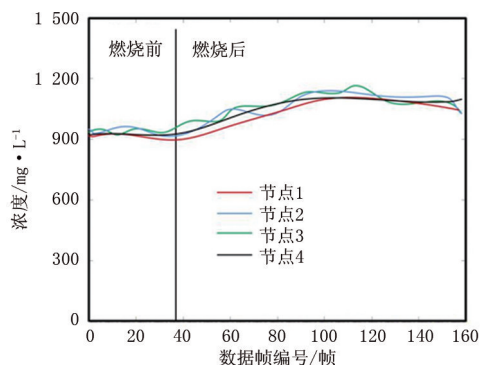


图4 燃烧前后传感器节点二氧化碳浓度变化

本实验结果说明无线传感器网络各节点工作正



常, 可以采集节点附近的相关物理量数据, 实现对油罐区温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体的变化进行实时观察, 从而实现油罐区的火灾监测<sup>[5]</sup>。

基于无线网络的油罐区火灾监测系统硬件结构只有数据采集节点模块、网关、服务器端, 相比于传统的监测方法, 价格便宜, 系统无需现场布线及复杂的安装调试过程, 安装方便, 经济性远高于其他监测系统。日常系统维护, 只需要更换数据采集节点电池, 大约1年1次, 维护简单。当系统出现问题时, 只需要确定故障数据采集节点, 直接更换, 维护速度快。因此, 基于无线网络的油罐区火灾监测系统既可以满足油罐区火灾监测和预警, 可行性高, 又具有很高的经济性, 能节约成本和人力资源。

#### 4 结语

设计了基于无线网络的油罐区火灾监测系统, 以实现对油罐区各油罐的工作状态进行实时监测, 对油罐区火灾实现即时预报。根据相关国家标准, 选择温度、湿度、烟雾、一氧化碳、二氧化碳、可燃气体这6个物理量作为监测对象, 选用相关的传

感器, 采集油罐的状态数据, 利用无线网络, 将数据传输到服务器和客户端。无线传感器网络变为有线, 使得油罐区的日常监测更加方便、安全、准确, 可以降低监测成本, 提高油罐区的安全性。

#### 参考文献

- [1] 刘甜, 张少轩. 基于无线传感器网络的油井监控系统[J]. 油气田地面工程, 2014, 33 (3): 69-70.
- [2] 张乃禄, 姚莹莹, 李选锋, 等. 基于无线网络的远程注水监控系统[J]. 油气田地面工程, 2011, 30 (12): 61-63.
- [3] 吴洪贵. 无线传感器声幅变密度测井技术[J]. 油气田地面工程, 2014, 33 (12): 57-58.
- [4] 缪晓龙. 基于无线传感器网络的油罐区火灾监测节点研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2014: 13-17.
- [5] 王熙康. 基于传感器网络的油罐区火蔓延与火反演技术研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2014: 22-23.

[作者简介] 蔡文龙: 硕士研究生, 讲师, 2005年毕业于燕山大学, 供职于北华航天工业学院电子系自动化教研室, 主要研究领域为信号处理和智能控制。

18629353612、caiwenLongll@126.com

收稿日期 2015-06-08

(栏目主持 关梅君)

(上接第58页)

表3 OPPC技术与通信光缆、电力线路比较

项目	OPPC	通信线、电力线
优点	施工量少、投资少	灵活的结构组合
缺点	协调量大	工作量大、投资大
每公里建设成本/万元	10.89	2.5+9.98
每公里维护成本/万元	4.82	4.91

#### 4 OPPC光纤复合相线的维护与施工

(1) OPPC光纤复合相线具有与导线相近的电气性能和机械性能, 能按照常规导线架设施工方法进行施工, 但由于其在过滑轮、放线、紧线过程中, 造成其结构延伸以及温度升高而产生蠕变伸长及膨胀伸长, 因此对光纤的要求较高。

(2) 为了保证光纤复合相线缆线中的光纤质量, 施工时要注意保护光纤不受挤压。

(3) 为了防止潮气进入光纤密闭管内而影响其使用寿命, 应将光纤端头置于防潮的接头盒中。

(4) 对正常运行的光纤复合相线应加强设备接头红外线测温 and 监测, 防止出现局部受热的现象。

#### 5 结语

OPPC是一种新型的特种电力光缆, 在国内的

处于初步应用阶段。OPPC解决了OPGW和ADSS光缆在低电压网中难以通信的问题。通过单独架设通信光缆与电力线路和OPPC技术对比发现, OPPC技术可应用于安塞油田数字化建设中, 提高数字化建设的可靠性和安全性, 能降低油田工程数字化建设成本, 减少建设周期, 有利于长庆油田实现“数字化、标准化、市场化”的建设目标。

#### 参考文献

- [1] 翟龙, 吕阳伟, 谭滨, 等. 采用OPPC实现数字化油田的光电一体化传输[C]. 中国油气田地面工程技术交流大会论文集, 2013: 899-901.
- [2] 吴劲松, 黄琦, 吴钟博, 等. 光纤复合架空相线的工程应用研究[J]. 中国电力, 2013, 46 (10): 106-110.
- [3] 乐坚浩, 梅沁, 李祥珍, 等. 光纤复合低压电缆(OPLC)和光纤复合相线(OPPC)故障诊断与在线监测系统研究[J]. 信息通信, 2013, 19 (1): 7-9.
- [4] 刘四聪. OPPC光纤复合架空相线应用研究[J]. 企业技术开发: 学术版, 2012, 31 (11): 17-18, 25.
- [5] 苗青. 油田数字化建设中存在的问题及对策[J]. 油气田地面工程, 2013, 21 (9): 120-121.
- [6] 董长青. 计算机在油田数字化建设中的应用分析[J]. 化工管理, 2014, 12 (8): 24-24.

收稿日期 2015-05-20

(栏目主持 关梅君)

