

# 基于移动互联技术的核化监控系统的设计

陈全福<sup>1</sup>, 孔祥松<sup>1</sup>, 梅建伟<sup>2</sup>, 姚畅<sup>1</sup>

(1、沈装防化技术大队技术室 沈阳 110035; 2、65527 部队 沈阳 110112)

**摘要:** 本文阐述了一种基于移动互联技术的核化监控系统的设计方案。本文以对大型场馆进行核化监控为例, 阐述了设计的整体思路, 该系统既可以用于各种场馆重点部位的固定核化监测, 也可以由人员携带进行流动监测, 可快速准确的获取现场  $\gamma$  辐射剂量率、发现含毒剂在内的有毒有害气体等化学危险品, GPS 定位信息、气象参数, 将这些信息通过无线通信系统发送至监测中心, 完成数据分析和处理, 一旦发现异常, 可及时采取应急措施, 以免对公众及环境造成严重影响。对预防核化灾害, 进行预警监测具有重要意义。

**关键词:** 移动互联; 核化监控; 系统设计

## 0 引言

随着核能及化工在各行各业的广泛应用, 我国对环境中核辐射及有毒有害化学品的监测工作越来越重视。近年来, 在奥运安保、日本福岛核事故、上海世博会和朝核危机等事件中, 各种核化监测装备、仪器被广泛应用, 但在国内和军内, 目前还没有一套集核化监控于一体的系统。本文针对各种大型活动的场馆或飞机场、车站等重点场所, 设计了一套功能完备的核化监控系统, 该系统既可以用于各种场馆重点部位的固定核化监测, 也可以由人员携带进行流动监测, 可快速准确的获取现场  $\gamma$  辐射剂量率、发现含毒剂在内的有毒有害气体等化学危险品, GPS 定位信息、气象参数, 将这些信息通过无线通信系统发送至监测中心, 完成数据分析和处理, 一旦发现异常, 可及时采取应急措施, 以免对公众及环境造成严重影响。对预防核化灾害, 进行预警监测具有重要意义。

## 1 基于移动互联技术的核化监控系统的设计

### 1.1 系统总体结构

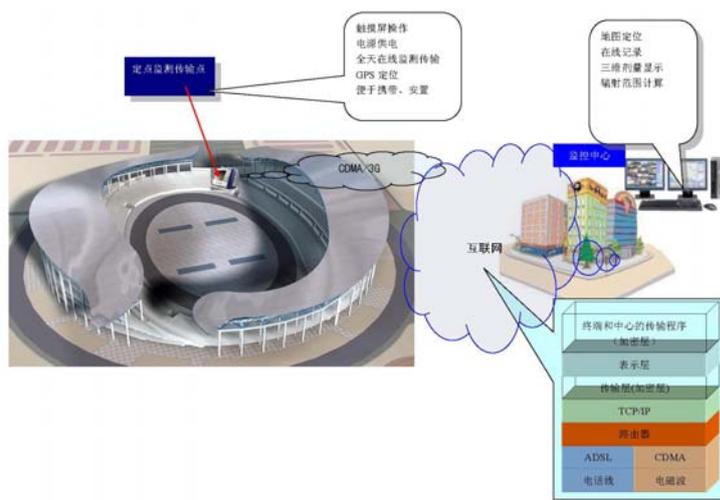


图 1 系统总体结构示意图

系统总体结构如图 1 所示。该系统由监测终端（可便携或固定安装）和监控中心组成。系统采用电信的 3G 网络, 在 3G 覆盖不到的地方自动转变为 CDMA 模式保证信息的可靠传输。系统信息采用 2 层加密模式, 使用 128 位动态密钥, 保证数据的安全可靠。

每个监测终端可以通过硅光电二极管与 CsI 闪烁晶体和 PID 等传感器监测各点的核化信息, 并根据各

个终端的不同的位置，可以在服务器端绘制三维核化信息。

信息中心采用 VB.net 编写核心控制程序，利用 3D 技术显示监测点的动态位置，同时利用渲染技术，显示核生化剂量分布情况，可以分别以曲线和表格的形式查看历史数据，，可以设置各个监控点的报警值。用户可以在局域网内在取得权限后在自己的计算机上查看数据。各设备之间的信息流程如图 1 所示。

## 1.2 监测终端结构设计

监测终端是一套带有充电电池的监测装置，该装置由辐射监测分系统、化学监测分系统、电源控制电路、单片机控制电路、显示电路等构成，具有 GPS 定位功能、核化监测等功能。可在需要进行核化监测的场所进行多点布设或由人员携带进行巡测。结构如图 2 所示。下面着重介绍一下辐射监测和化学监测分系统传感器的选择及系统设计。

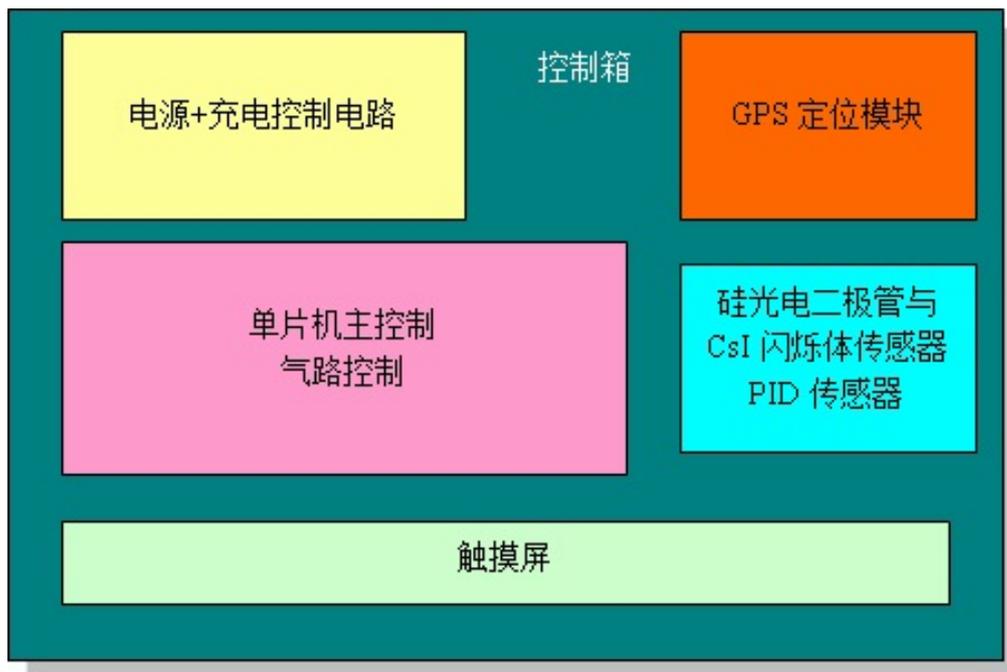


图 2 监测终端结构示意图

### 1.2.1 辐射监测传感器的选择及系统的设计

在辐射监测传感器的选择时，我们对目前常用的气体探测器(盖革计数管探测器、电离室探测器)、半导体探测和闪烁探测器优缺点进行了充分比较，综合系统性能需要与成本等因素最终确定采用基于硅光电二极管与 CsI 闪烁体的  $\gamma$  射线探测器。

在很多种无机闪烁体中，CsI(Tl)是综合性能相当优良的闪烁晶体，具有优良的光学性能、物化稳定性及良好的机械性能这些优点，另外，这种晶体较软，有一定的可塑性并且没有解理面，人们利用它可制成各种形状的探测器，利用它制成的探测器具有能承受较大的机械和热冲击，均匀性好且抗辐射能力强这样的特点。CsI(Tl)晶体的密度比以前人们常用的 NaI(Tl)大，优点也很多。在  $\gamma$  射线、X 射线或其他高能粒子的激发下，有特别高的发光效率，从 CsI(Tl)晶体的发光光谱上我们可知道峰位在 540 到 550nm，从蓝光到红外，余辉小，衰减时间为  $1\mu s$ ，能量线性也相当好，而本系统中我们要探测并分析研究的  $\gamma$  射线波长恰在这个范围内。

硅 PIN 光电二极管的结构是 P 型半导体和 N 型半导体中间夹着较厚的本征层，相比较普通硅光电二极管和雪崩光电二极管来说具有许多优点：第一，PN 结双电层间距加宽，结电容变小，光电响应时间很快。第二，内建电场几乎集中于 I 层，这样就使得耗尽层厚度加大，于是增大了对光子的吸收和转换区域，这样就提高了量子效率。第三，可承受的反向偏压较高，线性输出范围变得很宽。

综上所述，经研究，让 CsI(Tl)这种闪烁体和硅光电二极管匹配时，CsI(Tl)晶体的荧光光谱和光电二极管的吸收光谱比较匹配，而且光产额较高。这样闪烁晶体和光探测器的组合比较有利于实现本系统中对  $\gamma$

射线能谱的测量。

辐射监测系统由两部分组成：探测器和测量系统。第一部分为探测器，由闪烁体和光电二极管耦合而成，用于接收 $\gamma$ 射线， $\gamma$ 射线是照射在 CsI(Tl)闪烁体上，闪烁体将 $\gamma$ 射线激发出来的荧光再传递给光电二极管，闪烁体与光电二极管间用硅油耦合，且闪烁体常常用膜包裹，作用是以提高光的采集效率，这个过程就是高能量的 $\gamma$ 光子转变为光电二极管接受的低能量的荧光即可见光，完成光电能的转换，向后级电路输出了一定的电子信号。第二部分则是由前置放大器和主控电路组成的测量系统，在测量过程中，一般对前置放大器的参数很少变动，而由放大器的第二部分主放大器来做放大倍数和成形时间常数的调节。调节后形成脉冲，将这些脉冲再送到主控制器进行处理。并将处理结果在液晶屏上显示，当剂量率值超过设置的报警阈值时发出声光报警，并实时将监测数据上传到监控中心。

### 1.2.2 化学监测传感器的选择及系统的设计

在化学监测传感器的选择时，我们对目前常用的化学比色法、离子迁移谱、红外光谱、火焰光度法、声表面波、光离子化等探测技术的优缺点进行了充分比较，综合系统性能需要与成本等因素最终确定采用 PID 光离子化探测器对 VOC 进行定性和定量监测。

光电离化探测技术是近年来发展的一种高灵敏度检测技术，具有很多突出的优点：第一，可连续灵敏测量。PID 可以检测低至 ppm 浓度(百万分之一)的有机物的存在，这对于现代的石油化工、劳动卫生、环境监测等都具有很大的优势。第二，快速。PID 的反应一般小于 3 秒，适合快速应急需要。第三，便携测量。仪器体积小、重量轻，可携至任何需要检测的地点。强力吸气泵可以吸取人员不便到达地点的气体。第四，无需氢气等危险载气，安全可靠。第五，适应性广。这包括两个方面的内容：一是它可以检测绝大多数的有机物，二是它所测量的浓度范围较宽，由 0.1ppm 一直到 5000ppm，仪器均可以 0.1ppm 的准确度加以测量。第六，非破坏性测量。由于 PID 仅仅是使有机物电离，所以在有机组分离开探测器后会重新复合。因此，可以利用 PID 的强力吸气泵进行采样袋操作，对测量样品做进一步的分析。第七，不会中毒。同大多数其它检测器或传感器不同，PID 检测器不会被高浓度的等测物质损坏(中毒)。它的恢复时间同它的反应时间一样，仅为 3 秒钟，因此它可以随时对实时浓度进行测量。第八，只对有机物反应。PID 对常见气体，如氧气、一氧化碳、氯气、甲烷等等没有反应，因此它在复杂环境中具有一定的指向性，即只对有机化合物反应。

综上所述，光离子化检测技术具有良好的应用基础，PID 传感器完全可以满足本系统的开发要求。

化学监测系统也由两部分组成：传感器和测量系统。接通电源后，通过传感器检测空气挥发性中有毒气体的浓度，传感器将有毒气体的浓度转换为电信号传送给 CPU 电路板；CPU 将采集到的数据处理后显示在液晶显示模块上，同时与提前设定好的报警值相比较，当采样值超过设定的报警值后，CPU 通过声光报警单元发出声光报警，并实时将数据上传到监控中心。

### 1.3 监控中心设计

本系统的监控中心由电脑、系统软件、无线数据传输系统组成。监控中心可随时收集各个监测终端上传的核化信息和定位信息，并在电脑软件上进行显示，当监测到的核化信息超过报警阈值时，能够声光报警，并绘出三维核化信息分布图，为及时采取相应防护措施提供依据。

整个系统软件由主控记录监控、数据库和三维计算和渲染三部分组成，可以用 VB.net 进行编写。系统需要申请一个免费的域名服务，利用花生壳软件实现域名的转换。现场的采集设备通过 Socket 连接到主控，主控将数据比对、分析记录到数据库中。软件结构如图 3 所示。

在数据传输的设计上，由于有线数据传输布线与维护难度大，成本高，线路损耗大等先天不足，故本系统采用无线数据传输。无线数据传输通常利用短波、微波较多，但随着城市不断建设，高楼大厦阻挡了信号的传输，使数据不能正常传输，而且风、雨、雷等对数传电台影响很大，造成站台的巡查、加固、修复工作量很大，所以无线超短波通信也不是数据采集传输的最佳方案。随着移动通信网络的迅速发展，在我国网络平均覆盖率达到 98%以上，这就为远程监控系统数据传输提出了一种新的解决思路。中国电信 CDMA 的 3G 网络覆盖范围广、数据通信能力和网络安全性能强，所以本系统最终选用 CDMA 网络作为数据传输方案。

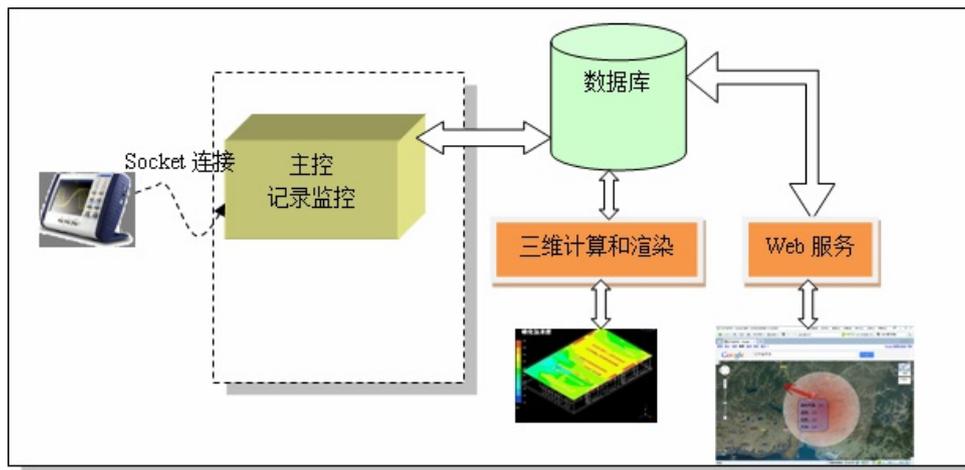


图3 系统软件结构示意图

## 2 讨论

目前，国内外核化监测系统虽然在信息化、网络化方面已经取得一定的进展，如美军的多功能综合核化报警系统（MICAD），以及我国核应急使用的 MOVER 100 型车载式辐射监测系统。但是这些核化报警系统和核监测系统采用核估算的方法误差大、且受环境、时间影响大，监测范围小，满足不了非战环境形势的需要。因此研制开发一种适合于大范围、多点位、不间断实时地、无线远程核化监测系统是非常有必要的。本系统的设计与开发将对非战争条件下，尤其是核化灾害条件下的核化监测作业具有非常重要的意义！