



# 化工园区安全监控与应急平台研究

桑海泉, 康荣学, 魏利军

中国安全生产科学研究院, 北京 100029

**摘要** 近年来, 中国化工园区数量与日俱增, 园区化已成为中国化学工业发展的一个大趋势。化工园区内企业相对集中, 化学品种类繁多, 化工工艺复杂, 装置规模巨大, 操作条件苛刻, 使得园区内重大危险源数量多、密度大, 存在着发生重特大事故的现实性和可能性。因此, 亟需建立化工园区安全监控与应急平台对化工园区内的固定危险源、危险工艺过程、危化品车辆和公共区域重要部位进行动态监控和安全监管, 预防和消除事故风险, 并为事故应急救援提供辅助决策支持。本文根据国家重大危险源监控监管与应急救援体系的要求, 提出了化工园区安全监控与应急平台的总体架构, 介绍了平台的硬件结构和危化品车辆监控工作流程, 提出了软件平台的设计思想和功能设计方案。

**关键词** 重大危险源; 危化品车辆; 事故模型; 应急预案

中图分类号 X924.3

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2009)22-0081-05

## Safety Monitoring and Emergency Platform for Chemical Industry Parks

SANG Haiquan, KANG Rongxue, WEI Lijun

China Academy of Safety Science and Technology, Beijing  
100029, China

**Abstract** In recent years, the number of chemical industry parks increases greatly, and the park format has become one of chemical industry development trend in our country. A chemical industry park has the following features: relatively crowded enterprises, a great variety of chemistry products, complicated chemical industry processes, gigantic device scales and harsh operation conditions, which involves large number and high density of major hazards and with serious extraordinarily big accident risks. Therefore, the building of a safety monitoring and emergency platform for a chemical industry park is of great importance. The platform can achieve early warnings for accidents and help decision-making for emergency rescue operations based on the monitoring the fixed hazards, dangerous chemical industry processes, chemicals vehicles and major parts of public areas. Based on the major hazards monitoring and supervising system and the emergency rescuing system of our country, the paper focuses on the building scheme of the platform. Firstly, the overall architecture of the safety monitoring and emergency platform for chemical industry parks is presented.

收稿日期: 2009-10-21

基金项目: 国家科技支撑计划重点项目二期(2007BAK22B0204-1); 中国高技术研究发展计划(863 计划)项目(2006AA040107); 中国安全生产科学研究院基本科研业务费专项基金项目(2007JBKY05)

作者简介: 桑海泉, 高级工程师, 研究方向为重大危险源监控与监管等, 电子信箱: sanghaiquan@163.com

Secondly, the hardware structure of the platform and the monitoring workflow of chemicals vehicles are introduced. Finally, the software design ideas and software functions are put forward.

**Keywords** major hazards; chemicals vehicles; accident models; emergency plan

## 0 引言

近年来, 中国石化、化工产业的迅猛发展, 推动了各地化工园区的建设。但是在规模扩张和高速发展的背后, 则是生产安全问题的凸现。化工园区生产、储备、使用、运输着大量易燃、易爆、有毒的危险化学品, 一旦发生火灾、爆炸或化学品泄漏扩散事故, 极易借助气象条件造成大面积扩展, 从而造成群死群伤事故, 同时很可能引发灾难性的多米诺事故连锁效应<sup>[1-3]</sup>。化工园区内除了企业内部的固定危险源, 还有为园区内企业运输危险化学品的移动危险源——危化品车辆。为了预防化工园区内重特大事故的发生, 必须对化工园区内的固定危险源、危险化学品运输车辆进行安全监控管理, 本文拟运用 GPS、GIS 和 GSM 技术, 建立化工园区安全监控与应急平台, 实现固定和移动危险源的实时监控预警, 出现事故时的实时响应、联动处理和应急救援辅助决策支持, 为化工园区和政府监管部门提供整体的应用解决方案。

## 1 化工园区安全监控与应急平台总体架构

化工园区安全监控与应急平台总体规划是在法律、法规、标准、规范体现和基础通信的基础上建立信息资源库、数据共享交换和业务系统 3 层框架结构<sup>[4-5]</sup>, 如图 1 所示。



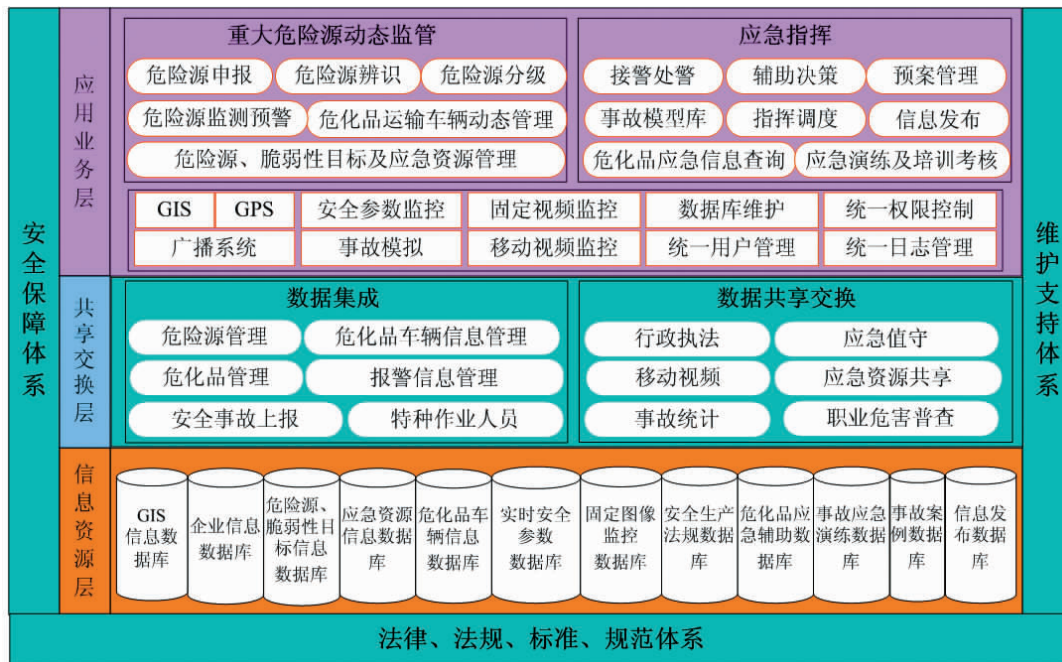


图1 化工园区安全监控与应急平台总体结构

Fig. 1 Overall architecture of the safety monitoring and emergency platform

最上层是应用业务层,包括重大危险源动态监管和应急救援两方面,在日常应用中实现企业重大危险源安全参数、视频的实时监控、现场执法、动态监管以及危化品车辆的动态监控等功能,出现事故时为应急指挥提供辅助决策支持。

中间层是数据共享交换层,实现行政执法信息、事故统计信息、移动视频信息、应急资源信息等数据共享及危化品、危险源、危化品车辆、报警信息、安全事故等信息的数据集成。

最下层是信息资源层,包括GIS信息、企业信息、重大危险源信息、脆弱性目标信息、危化品车辆信息、应急资源信息、实时监控数据图像信息、安全生产法规、事故案例、演练与考核信息等。

化工园区安全监控与应急平台平时对企业安全生产状况监督管理,对区内进行全天候、全方位的封闭式安全管理;并全面收集各企业及危险源信息,建立化工区公共区域及各企业安全生产状况的监测网络,随时跟踪掌握化工区内重点防范部位及重点目标的状况,做好对各类灾害事故的监测预警工作。同时针对化工区危险化学品高度集聚的情况,认真做好各类灾害事故信息的综合集成、分析处理,按照早发现、早报告、早处置的原则,建立健全预报警机制。出事故时,应急响应中心负责接警、处警、启动应急预案,借助应急辅助决策系统指导应急疏散和应急救援工作,综合协调指挥消防、公安、安监、环保、医疗、气象等联动部门的应急处置工作。

## 2 化工园区安全监控与应急平台硬件结构

化工园区安全监控与应急平台硬件结构如图2所示,平台硬件从功能上可划分为5部分:①车辆监控设备;②企业

重大危险源监控设备;③公共区域监控设备;④传输线路系统;⑤化工园区安全监控与应急指挥中心设备。

车辆监控设备包括车载终端、车辆登记终端、监控解除终端。车载终端用于车辆在化工区内运行时的位置、速度等的监测,它由GPS模块、无线收发模块和车载GSM电话3部分构成,GPS模块完成运输车辆的定位和导航等功能,无线收发模块完成车辆信息向监控中心的传输,车载GSM电话用于完成车辆和监控中心的语音交互。车载终端实现如下功能:①通过无线收发模块向车辆监控中心发送车辆位置、速度等信息;②车载电话有免提通信和手柄保密通信方式,遇到险情可及时通知监控中心,如果车辆被窃自动切断电话进入防盗报警系统,确保报警准确无误。

从车辆登记终端用于危化品车辆的入网登记,监控解除终端用于解除危化品车辆的监控。虽然多数危化品车辆都安装了GPS终端,但由于采用了不同厂商的设备,造成功能不一、信息不兼容等问题,无法实现数据共享,因此,在该系统中根据《危险化学品汽车运输安全监控系统通用规范》,对进入化工园区内的危化品车辆统一配发临时车载终端。

化工园区危化品车辆运输监控工作流程如图3所示。

1)在化工园区入口设置危化品车辆登记终端,对进入化工园区的危化品车辆信息进行登记并发放车载设备,登记信息包括车牌号、车辆类型、危险化学品名称、性质、装载量、司机姓名、联系电话、车载设备编号。记录终端通过化工园区光纤传输网络与中心连接,可以实时监测接收运输车辆的各种信息并导入数据库。危化品车辆安装并开启车载终端后,方可进入化工园区行驶。

2)运行过程中,车载终端通过无线网络将车辆位置、速

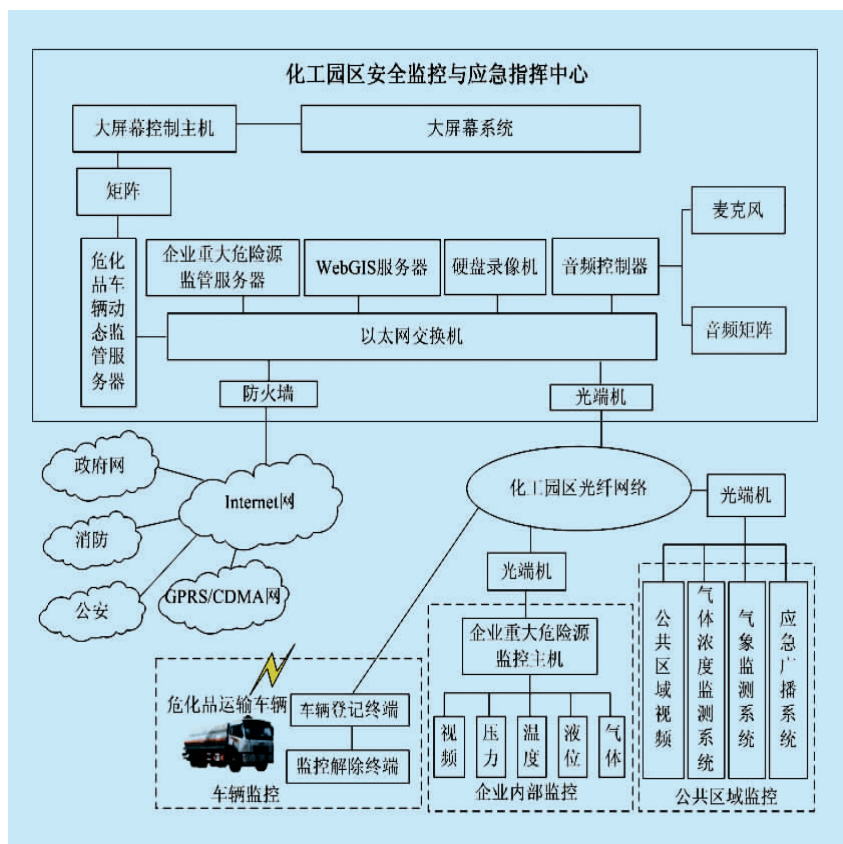


图 2 平台硬件结构

Fig. 2 Structure of the platform

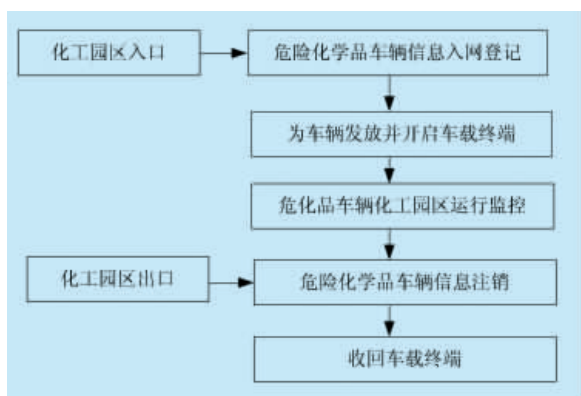


图 3 危化品车辆监控工作流程

Fig. 3 Monitoring workflow of chemical vehicles

度、持续运行时间等信息发送给监控中心,监控中心通过对上述信息的实时安全分析,对车辆超速、越界行驶等进行报警,防范由此引发的交通事故,实现事故预警和报警等功能;可通过车载 GSM 电话实现监控中心与驾驶人员的语音告警等功能,并可通过化工园区监控系统联动距离车辆最近的摄像机进行视频监控。

在运输车辆发生事故、抢劫或其他紧急状态时,监控中心实时获取现场状态并根据实际危险等级及时通知相关部门、交管部门等应急救援中心完成危险化学品运输车辆紧急

状态时候的处理。

3) 在化工园区出口设置监控解除终端,危化品车辆到达出口,由工作人员通过监控解除终端向监控中心发送解除监控指令,完成车辆信息的注销,并回收车载终端,车辆在化工园区内的监控过程由此结束。

企业重大危险源监控设备用于企业重大危险安全状态的监测,主要包括重大危险源监控主机、摄像机、用于检测重大危险安全参数的各种传感器:温度、压力、液位和气体浓度等。这些安全参数是在对重大危险源进行 HAZOP 分析的基础上确定的。

公共区域监控设备用于公共区域重要部位(如重大危险源周边、气体泄漏影响区域度等)的安全监测,为事故应急救援提供决策信息,它主要包括摄像机、气体浓度监测系统、应急广播系统、气象监测系统等。

化工园区安全监控与应急指挥中心设备包括以太网交换机、防火墙、危化品车辆动态监管服务器、企业重大危险源监管服务器、WebGIS 服务器、硬盘录像机、音频控制器、麦克风、矩阵、大屏幕控制器、大屏幕系统等设备,实现企业重大危险源、危化品车辆以及公共区域的监控监管和事故应急救援决策支持等。

传输线路系统包括光纤传输网络、GPRS/CDMA 网络、Internet 网络等。其中,危化品车辆通过 GPRS/CDMA 网络与



中心设备实现信息交互,企业重大危险源监控系统和公共区域监控设备通过光纤传输网络与中心设备连接,化工园区安全监控与应急指挥中心通过 Internet 与市消防网、公安网和政府网等联网,及时收集相关信息,利用手机短信群发等手段,及时做出预报,发布预警通知。

### 3 化工园区安全监控与应急平台软件功能设计

平台软件是在对重大危险源进行危险有害因素分析与辨识的基础上,针对各化工园区重大危险源安全监控管理与事故应急救援等多方面的工作实际需要设计开发,实现重大危险源日常安全监管、事故监测预警及应急辅助决策三大功能,主要实现对紧急事件事前(日常生产安全)的监测、预警、防范以及综合性的危机处理框架、机制、技术的储备;应急事件发生时进行快速、准确、科学地检测、监测、评价(估)事故影响的范围和程度,并提供统一的决策、指挥平台,向公众提供实时紧急救助信息和服务。

平台软件设计充分体现中国政府安全监控及应急管理体系建设的精神,结合应急资源库、辅助决策分析、GIS 空间分析技术等,为重、特大生产安全事故应急救援指挥提供全方位的决策信息,大大提高事故应急救援的反应能力和救灾的科学性,系统能够为应急救援工作及时、准确地提供事故发生企业的分布位置、企业现场电子平面图、应急预案、危化品特性及处置措施、应急救援组织机构、应急救援力量分布情况、灾害的影响范围、救援最佳路径等救援信息和事故现场的实时灾害情况,以此形成事故现场情况监控、应急救援的决策指挥平台。平台主要实现以下功能。

#### 1) 日常安全管理

日常安全管理包括:① 重大危险源、脆弱性目标及应急资源管理:实现企业危险源、脆弱性目标及应急资源信息的上报、管理和统计分析等,并在电子地图上标注显示。② 事故应急演练:构建、模拟危险化学品各种事故类型(火灾爆炸事故、化学品泄漏事故、化学品中毒事故、剧毒品中毒事故、特种设备事故以及防汛防风等),并利用危险化学品应急信息查询系统确定演练的专项预案及应急程序库,选取演练流程和方案。根据确定的演练流程,可以结合现场人员的应急演练,利用监控应急系统中的通讯设备完成事故报告等流程,同时利用园区内的安全监控设备和监控中心的大屏幕对现场的应急演练进行指挥,并调用应急辅助决策指挥系统对事故预测、预警,从而对相关参加应急演练的其他单位进行调度指挥。③ 行政执法:包括执法案件管理、执法案件归档、执法依据维护、违法行为类别、行政执法报表、行政处罚情况、经济处罚情况等。④ 系统管理:对用户实施严格身份认证与权限管理,统一管理所有用户信息和权限,分级分层管理各类数据。

#### 2) 安全监控预警

安全监控预警<sup>[6-7]</sup>分为中心端、企业端两部分。企业端系统实现对重大危险源的危险特性参数和视频图像进行数据

采集,对重大危险源进行监测、监视、预警和控制,预防重大事故的发生,确保重大危险源的安全运行。中心端系统实现对企业重大危险源安全信息、视频信息、报警信息以及公共区域视频信息、气体浓度信息、气象参数等的监控监管,对企业的安全状况进行动态分级,按照企业安全状况和危险程度进行分级监管。包括以下功能:① 视频监控管理:实现企业重大危险源、脆弱性目标、公共区域等重要场所的实时视频监控、跨地域视频监控、视频轮巡、图像自动存储、录像回放等功能。当发生事故时,还可通过移动监测车实时获取事故现场的视频信息。② 安全参数监测预警与动态监管:实现重大危险源企业及公共区域日常安全参数等实时数据采集、实时数据监管、历史曲线查询、声光报警、报警记录查询等,为事故的应急救援提供实时现场信息;对企业的安全状况进行动态分级,按照企业安全状况和危险程度进行分级监管。③ 危险化学品运输车辆动态监管:实现危化品车辆信息登记、车辆信息注销、车辆实时信息和历史信息的统计分析并可自动生成报表;实时获取危化品车辆在化工园区内运行过程中的位置、速度和持续运行时间等信息,通过对上述信息的安全分析,实现事故预警和报警等功能,实现监控中心与车载端设备与人员的语音、数据和图像等多种方式的信息交互。

#### 3) 应急指挥

应急指挥包括:① 接警处警与应急值守:接收自动报警和人工电话报警;进行事故的分类处理,启动相应级别的应急预案,通知相关处理单位;对报警记录提供分类查询,进行统计分析,自动生成相应的报表等。② 危险化学品应急信息查询:在日常危险化学品安全管理和发生危险化学品事故时,快速提供危险化学品详细特性信息、事故现场处置方法;在不能确定发生事故的化学品类型时,能够根据现场化学品性状和伤员症状表现等快速确定物质类型。③ 数字化应急预案管理:实现集团公司预案和企业预案的增加、删除、查询、编辑、预览、发布、组织评审等功能。同时在这些预案库的基础上提供预案启动界限,以界定何时启动集团公司预案、何时启动企业预案等<sup>[8]</sup>。④ 应急救援资源管理:提供应急救援专家信息、救援队伍信息、救援保障机构(包括医疗机构、公安机关、消防机构、运输保障机构、通信保障机构)、技术支持机构(包括气象部门信息、水文、海事等监测部门信息等)、法规、预案及知识库信息(包括专家库、知识库、法规文献库、事故案例库、应急预案库等,分别管理相关专家信息、安全防护知识、化学品特性及事故处置信息、相关法律法规和标准规范信息、应急预案及演练信息)的录入界面。⑤ 事故后果模拟及定量风险分析:对各种危险源进行后果计算和分析,形成设备设施失效频率、点火可能性和多种事故后果模拟计算的后果库和风险库(社会风险和个人风险),提供事故发生时对应后果和风险的快速查询。⑥ 应急辅助决策支持:以电子地图的方式实现重大危险源周边环境、应急救援专家、应急救援设施、应急救援力量等显示;利用 GIS 的空间分析技术对化学品事故进行预案查询与启动、事故影响分析及预测、事

故应急综合信息支持以及事故重演与应急救援过程回放。  
⑦ 信息发布:通过网络、电话、无线通信等多种手段发布事故预警信息和应急信息。

#### 4 结论

本文根据国家重大危险源监控监管与应急救援体系的要求,提出了化工园区安全监控与应急平台的总体架构和软硬件设计方案,得出以下结论。

1) 化工园区安全监控与应急平台以 GIS 作为基础信息系统平台,集化工园区日常安全监控监管、事故监测预警和应急救援辅助决策功能于一体,服务于化工园区日常安全生产相关管理工作,并为化工园区事故应急指挥和处置提供数据基础和信息支持。

2) 化工园区安全监控与应急平台的功能设计应按照国家重大危险源监控监管与应急救援体系建设,建立数据共享交换机制,实现国家、省、市、区应用软件互联互通,做到与各级平台之间的互联互通;突出对各单位监控信息的分析汇总,且应扩展灵活,维护方便,确保政府对重点企业远程监控应用,并预留与国家安全监控中心系统软件接口。整合安监、消防、医疗救护及专业救援队伍等多方面的力量和资源,实现各部门之间的信息资源共享,建立健全统一的事故救援指挥体系,这样才有助于事故应急救援工作的顺利开展。

3) 尽快出台平台建设及应急救援相关规章和标准,促进应急平台建设的标准化和规范化。建立和完善应急救援工作制度,为加强应急管理和应急救援工作提供法律和制度保障。由国家行文对各级政府应急救援体系尤其是组织指挥体系及机构的设置、规格等给予明确,以形成上下对应、指挥有力、协调有效的应急救援组织指挥系统,建立起分类管理、分级负责、条块结合、属地管理为主的应急管理体制和统一指

挥、功能齐全、反应灵敏、运转高效的应急机制。

#### 参考文献 (References)

- [1] 吴宗之. 重大危险源控制技术研究现状及若干问题探讨[J]. 中国安全科学学报, 1994, 4(2): 17-23.  
Wu Zongzhi. *China Safety Science Journal*, 1994, 4(2): 17-23.
- [2] 施卫祖. 重大危险源监管工作的目标、任务、范围[J]. 劳动保护, 2005, 8: 16-18.  
Shi Weizu. *Labour Protection*, 2005, 8: 16-18.
- [3] 吴宗之, 魏利军. 重大危险源辨识与监控是企业建立事故应急体系的基础[J]. 中国安全生产科学技术, 2005, 1(6): 58-62.  
Wu Zongzhi, Wei Lijun. *Journal of Safety Science and Technology*, 2005, 1(6): 58-62.
- [4] 吴宗之. 论城市重大危险源监控与应急救援体系建设 [J]. 安全, 2005, 2: 6-10.  
Wu Zongzhi. *Safety*, 2005, 2: 6-10.
- [5] 桑海泉, 刘骥, 魏利军, 等. 重大危险源动态监管与应急救援平台建设研究[J]. 中国安全科学学报, 2007, 17(7): 81-88  
Sang Haiquan, Liu Ji, Wei Lijun, et al. *China Safety Science Journal*, 2007, 17(7): 81-88.
- [6] 虞汉华, 虞谦. 大型城市重大危险源监管与应急救援体系的研究[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(9): 96-99, 113.  
Yu Hanhua, Yu Qian. *China Safety Science Journal*, 2005, 15(9): 96-99, 113.
- [7] 吴宗之, 魏利军, 于立见, 等. 重大危险源安全监管信息系统的开发研究[J]. 中国安全科学学报, 2005, 15(11): 39-43.  
Wu Zongzhi, Wei Lijun, Yu Lijian, et al. *China Safety Science Journal*, 2005, 15(11): 39-43.
- [8] 刘铁民. 应急体系建设与应急预案编制 [M]. 北京: 企业管理出版社, 2004.  
Liu Tieming. *The emergency system construction and emergency plan compilation*[M]. Beijing: The Enterprise Management Press, 2004.

(责任编辑 王芷)

#### 学术动态



### “第 12 次全国临床药理学学术会议”征文

中国药理学会将于 2010 年 10 月 22-25 日在湖北省武汉市召开“第 12 次全国临床药理学学术会议”。会议现面向相关科研院所、医疗机构、制药企业同仁征稿,会议举办期间还将对 35 岁以下青年进行优秀论文评选活动。此外,本次大会将授予国家级医学继续教育(I 类)学分 10 分。

会议主题为:新药临床评价与上市后药物再评价、上市中药的临床评价、药物临床研究中的政策法规及临床试验机构的规范化管理、国家新药创制重大科技专项的建设、药物警戒与临床合理用药进展、遗传药理学与个体化用药及其相关领域、临床药物代谢动力学研究以及临床药理学研究的共性问题。

征文截稿日期为 2010 年 7 月 30 日。

联系方式:湖北省武汉市航空路 13 号 华中科技大学同济医学院临床药理研究所(430030),徐戎;电话:027-83692628;传真:027-83692628;电子信箱:lcyldh12@163.com。