

风险监测

基于区域卫生信息平台的食源性疾病预防系统设计

王博远¹,陈夏威¹,李笑²,刘杨^{3,4},黄国贤¹,李炳烈¹,陈子龙¹,岑应健²,罗毅俊⁵

(1.中山市疾病预防控制中心,广东 中山 528403; 2.广东药科大学,广东 广州 510310;
3.国家食品安全风险评估中心,北京 100022; 4.贵州科学院,贵州 贵阳 550001;
5.创业软件股份有限公司,浙江 杭州 310051)

摘要:目的 研究食源性疾病预防系统的设计模式,为政府部门防控食源性疾病预防提供信息化支撑。方法 在人口健康信息化总体框架内,基于地级市区域卫生信息平台采集食源性疾病患者信息,应用地理编码技术对监测数据赋予空间位置属性,应用空间分析方法进行可视化展现和统计分析。结果 系统在设计上突破了哨点医院的瓶颈,将采集范围扩展到中山市所有医疗机构和社区卫生服务中心,自动获取符合食源性疾病定义的主诉病例,从个体上掌握全市疑似食源性疾病患者就诊和用药情况,每日夜间汇总当天所有疑似食源性疾病病例,基于空间统计分析模型辅助研判,对疑似聚集性食源性疾病暴发事件进行预警。结论 基于区域卫生信息平台的系统设计模式有助于解决我国食源性疾病预防中滞后性的问题,对推进基层公共卫生信息化建设,创新预警防控模式将产生积极的作用。

关键词:卫生信息平台; 食源性疾病; 预警; 信息化; 疾病监测; 空间统计

中图分类号:R155 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2019)04-0379-06

DOI:10.13590/j.cjfh.2019.04.016

Design of foodborne disease early warning system based on regional health information platform

WANG Boyuan¹, CHEN Xiawei¹, LI Xiao², LIU Yang^{3,4}, HUANG Guoxian¹,
LI Binglie¹, CHEN Zilong¹, CEN Yingjian², LUO Yijun⁵

(1. Zhongshan Center for Disease Control and Prevention, Guangdong Zhongshan 528403, China;
2. Guangdong Pharmaceutical University, Guangdong Guangzhou 510310, China;
3. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China;
4. Guizhou Academy of Sciences, Guizhou Guiyang 550001, China;
5. B-SOFT Limited, Zhejiang Hangzhou 310051, China)

Abstract: Objective To study the design of foodborne disease early warning system and provide information technology support for government departments to prevent and control foodborne diseases. **Methods** Within the overall framework of population health information, the information of foodborne patients was collected based on the regional health information platform of prefecture-level cities. The geocoding technology was used to assign spatial location attributed to the monitoring data, and the spatial analysis method was used for visual display and statistical analysis. **Results** The design of the system broke through the bottleneck of the sentinel hospital, and extended the collection scope to all medical institutions and community health service centers in Zhongshan City, which could automatically obtain the main complaint cases that meet the definition of foodborne diseases, and grasp the foodborne diseases of the whole city from the individuals. The patient's visit and medication were summarized daily for all suspected foodborne illness cases on the day. Based on the spatial statistical analysis model, the service management personnel were notified to the suspected foodborne disease outbreak event on the same day. **Conclusion** The system design model based on regional health information platform can help solve the problem of hysteresis in foodborne disease early warning in China, and it will play a positive role in promoting public health informationization construction at local level and innovation in early warning and prevention mode.

Key words: Health information platform; foodborne diseases; early warning; informationization; disease monitoring; spatial statistics

收稿日期:2019-05-21

基金项目:中山市社会公益科技研究专项(2018B1049);国家重点研发项目(2017YFC1602002)

作者简介:王博远 男 工程师 研究方向为食品安全信息化规划和食品安全数据分析方法 E-mail:693654431@qq.com

通信作者:陈夏威 男 副主任医师 研究方向为食品安全风险监测 E-mail:76011183@qq.com

食源性疾病是指食品中致病因素进入人体引起的感染性、中毒性等疾病,包括常见的食物中毒、肠道传染病、人畜共患传染病、寄生虫病以及化学性有毒有害物质所引起的疾病^[1]。食源性疾病是全球性的重要公共卫生问题^[2],我国也是食源性疾病高发的国家之一^[3-5],无论是发达国家还是发展中国家,食源性疾病均尚未得到有效控制^[6]。食源性疾病的风险预警是我国公共卫生管理中的难点,传统的食源性疾病风险预警系统依赖哨点医院的病例上报,与法定传染病比较,缺少全面、及时和完整的病例上报数据和科学的预警模型体系,哨点医院对食源性疾病的发现报告意识不如法定传染病的发现报告意识强,存在漏报和滞后情况^[7]。另外由于就诊的食源性疾病患者配合程度不一,暴露食品和进食场所等相关信息存在缺失,资料难以全面收集。同时影响食源性疾病发生、发展的自然因素和社会因素的作用机理挖掘不充分,预警效果不理想,存在一定偏差和滞后性,无法及时捕捉到食品安全动态变化的早期征兆,制约了我国食源性疾病预警工作的有效开展。

1 系统设计

1.1 设计思路

当前,人口健康信息化正在地市级城市逐步实现医疗信息汇聚整合^[8],以此为契机,本研究以广东省中山市为例,提出一种新型的食源性疾病预警系统设计思路,目标是全面扩展食源性疾病患者信

息采集覆盖范围、提高食源性疾病病例采集速度,见图 1。依托区域卫生信息平台覆盖辖区内所有医疗机构、社区卫生服务中心的就诊患者,在此基础上,建立以第 10 次修订的国际疾病分类编码(ICD-10 编码)为基础的字典库实现食源性疾病监测的自动化^[9],系统根据 ICD-10 编码自动匹配符合食源性疾病定义的患者信息(若病例 ICD-10 编码缺失,则根据文字诊断信息匹配),抽取存入数据库中,并通过患者身份信息调取相应的人口信息资源库、电子健康档案资源库、卫生信息资源库中的信息,获取对应的患者检测结果信息、用药信息和健康档案信息,了解患者的诊疗基本情况。食源性疾病监测业务管理人员通过系统后台对自动采集的数据进行人工筛选,剔除不符合食源性疾病病例特征的数据。同时,由于食源性疾病的发 生、流 行、分 布 等 都 与 时 空 信 息 密 切 相 关,系 统 应 用 地 理 编 码 技 术 将 患 者 地 址 信 息 自 动 转 换 为 经 纬 度 坐 标^[10],将病例信息赋予空间位置属性,以空间位置作为连接手段,将食源性疾病患者信息与食品安全风险监测、人口等信息进行整合,建立食源性疾病风险预警多源数据库。基于空间统计模型分析食源性疾病分布规律、热点和冷点聚集区域,挖掘食源性疾病发病的影响因素,构建可视化预警地图,识别食源性疾病高风险地区,对超出预期的风险异常偏高地区进行早期预警,为政府部门预防和控制食源性疾病、保障公众健康提供科学依据及决策支持^[11]。

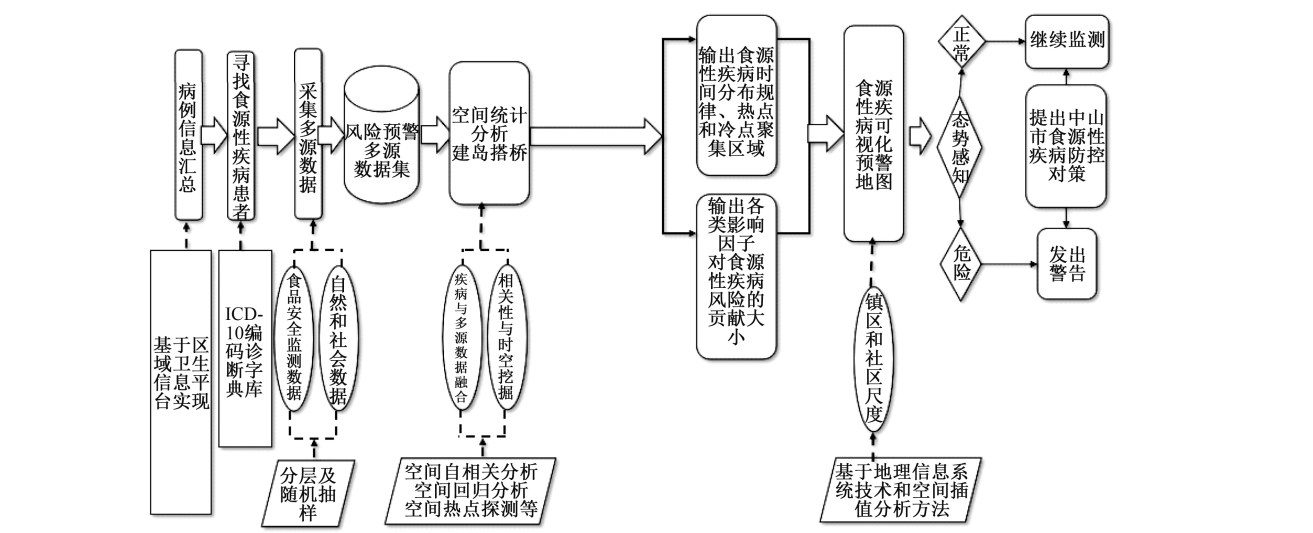


图 1 食源性疾病预警系统设计思路
Figure 1 Technical routes for foodborne disease early warning system

1.2 整体架构

1.2.1 概述

中山市区域卫生信息平台参考国家卫生健康

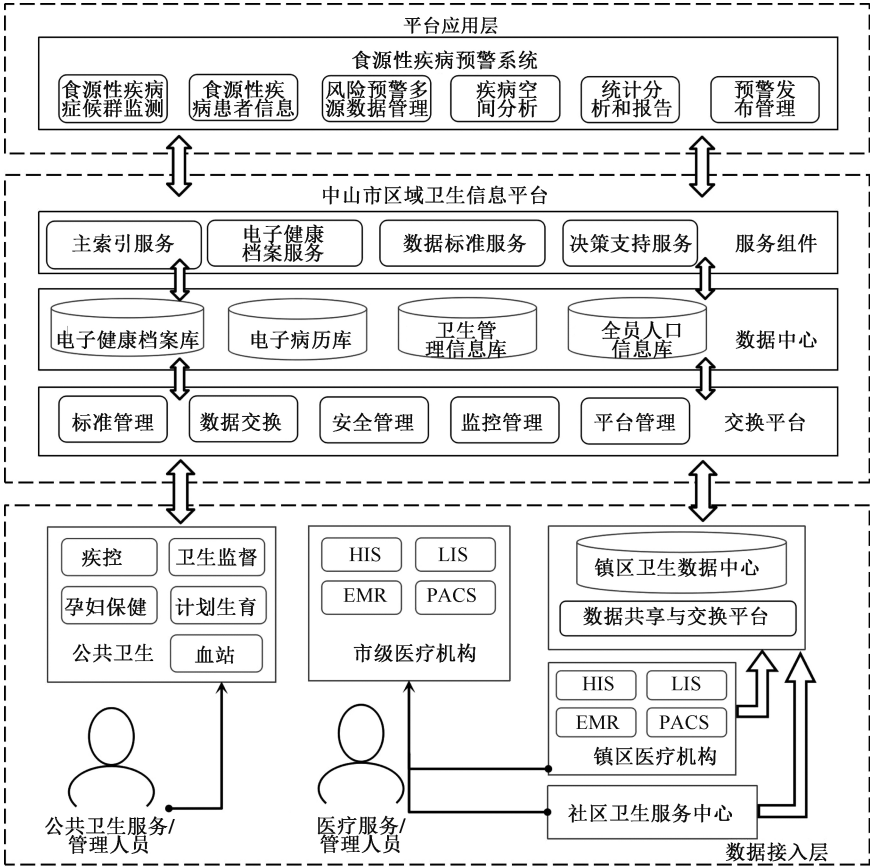
委员会关于人口健康信息平台建设标准和要求、广东省居民电子健康档案历史数据导出规范、广东省数据交换平台中间库数据接入规范等技术标准和

规范设计,以电子健康档案和全员人口为基础,以医院管理信息系统(HIS)为核心,以一卡通系统为媒介,实现平台内数据的互连互通、信息共享、业务协同,建立中山市的全员人口数据库、电子健康档案库及电子病历三大数据库,在卫生专网内实现公共卫生管理业务。

1.2.2 分层采集方式

平台由数据接入层、交换平台、数据中心、服务组件和平台应用层组成^[12-15],见图2。数据接入层中包括全市公共卫生机构、市级和下属各镇区医疗机构、社区卫生服务中心的各类信息系统,通过前置交换机、数据接口等方式,经过交换平台调度管

理将患者信息抽取至数据中心。在区域卫生信息平台应用层中构建食源性疾病预警系统功能,系统通过服务组件从平台获取患者数据,主要方式包括:(1)单独检索:调取服务组件中的居民健康唯一标识(MPI),获取该患者基本信息、电子病历和电子健康档案信息;(2)批量采集:通过数据抽取清洗加载技术(ETL)把符合食源性疾病主诉定义的患者信息从电子病历库和电子健康档案库中抽取出来^[16],经过数据清洗后按照系统定义的规则加载到食源性疾病风险预警多源数据库中。在采集频率设计上,设定为每日夜间汇总医疗数据,将疑似聚集性病例于当日预警业务管理人员。



注:LIS表示实验室信息管理系统;EMR表示电子病历管理系统;PACS表示医学影像信息系统

图2 基于区域卫生信息平台的食源性疾病预警系统架构图

Figure 2 Framework of foodborne disease early warning system based on regional health information platform

1.2.3 数据安全

平台的安全与保密设计包括电子身份注册、实体鉴别系统、基于角色的访问控制和授权机制。采用加密、电子认证服务(CA认证)数字签名等先进密码技术,保证网络用户身份的真实性,同时保证医疗信息在传输及存贮过程中的保密性、完整性、真实性和不可否认性。

1.3 功能设计

1.3.1 食源性疾病症候群监测

该功能设计思路是通过区域卫生信息平台采

集疑似与食品有关的生物性、化学性、有毒动植物的感染性或中毒性病例。通过自动匹配主诉中的关键词,对感染性腹泻症候群等符合“以腹泻症状为主诉、每日排便≥3次且粪便性状异常(稀便、水样便、粘液便或脓血便等)”的疑似和确诊的食源性病例,抽取符合病例定义者归为监测病例。系统自动比对并剔除冗余数据后,生成病例统计表和个案一览表供业务管理人员筛选确认。

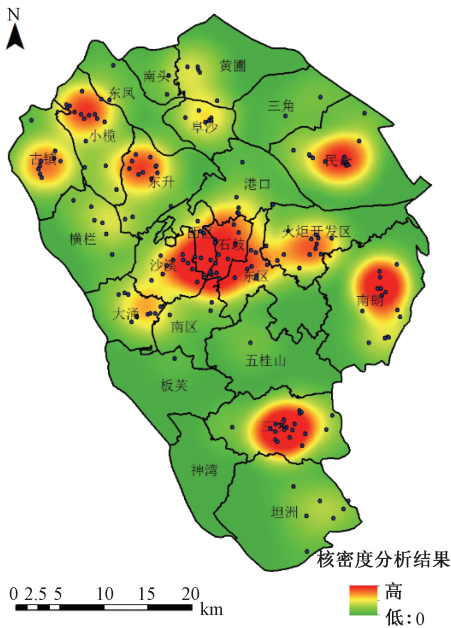
1.3.2 食源性疾病患者信息管理

该功能设计思路是在症候群监测模块中,获取

疑似食源性疾病患者基本信息的基础上,业务管理人员最终确认为食源性疾病的个案,由各医疗机构负责补充患者的暴露食品信息、生物标本(菌株)检测信息等,形成符合国家食源性疾病上报要求的完整报表。系统与已上报国家食源性疾病监测系统

1.3.3 风险预警多源数据管理和可视化展示

该功能设计思路是应用地理编码技术调用公共地图服务接口,完成采样地址和患者地址的编码转换,赋予空间位置属性,同时通过接口导入中山市食源性疾病风险相关的自然环境和社会环境的影响因子(年度人口、环境、经济、工业等方面的指标),以“空间位置信息”作为桥梁建立风险预警多源数据库,实现食源性疾病监测与多源数据的融合,在乡镇和社区尺度地图上予以呈现,实现患者点空间位置信息可视化描述,生成各类专题地图,实时显示疾病的时间、空间和人群分布,并依据监测结果应用核密度估计(kernel density estimation)方法可建立中山市食源性疾病可视化预警专题地图(见图3),识别高风险聚集地区。



注:地图中绿色表示中山市食源性疾病整体监测范围;黑点表示食源性疾病患者居住地;红色区域表示中山市食源性疾病疑似聚集暴发区域,其中颜色越深表明聚集区内患者数量越多;黄色区域表示疑似聚集暴发区域的边界

图3 中山市食源性疾病可视化预警专题地图
Figure 3 Foodborne disease warning map of Zhongshan City

1.3.4 疾病空间分析

该功能设计思路是对食源性疾病多源数据应

用全局空间自相关分析(Global Moran's I)、空间热点探测(Getis-Ord G_i^*)等一系列统计模型,其中空间自相关分析可以反映出研究对象之间的空间相关关系,计算公式:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x}) (x_j - \bar{x})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

其中, I 表示Global Moran's I系数值, x_i 表示第*i*个区域内的属性值, $\bar{x}$ 表示*n*个研究区域属性值的平均值, w_{ij} 表示空间权重矩阵。 I 的取值范围为 $[-1,1]$,当其取值大于0时,表明所研究区域存在空间正相关,研究对象的值呈聚集分布;当其取值小于0时,表明所研究区域存在空间负相关,研究对象的值呈离散互斥分布;当其取值接近于0,研究对象的值呈随机分布,不存在自相关性。对 I 的显著性检验一般采用基于蒙特卡洛的随机化零假设检验方法。当 $P<0.05$ 时,拒绝无效假设,认为总体Moran's I $\neq 0$ 显著,存在空间自相关。

Getis-Ord G_i^* 空间热点分析方法可以很好地反映出研究对象在局部空间上的热点和冷点区域分布,用于探测高值或低值聚集区,计算公式:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^n w_{ij}}{\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - \bar{x}^2} \sqrt{\frac{\left[n \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^n w_{ij} \right)^2 \right]}{n-1}}}$$

其中, G_i^* 表示Getis-Ord G_i^* 系数值; x_i 、 $\bar{x}$ 、 w_{ij} 与Global Moran's I公式中所代表的含义相同。当计算结果 $G_i^*>0$ 时,研究区域呈现局部高值聚集区,即“热点”;当 $G_i^*<0$ 时,研究区域呈现局部低值聚集区,即“冷点”。应用Z检验对 G_i^* 结果进行统计推断,若差异无统计学意义,则认为研究区域呈随机分布。基于上述等模型设计的空间分析模块,用于识别食源性疾病在空间上是否存在相关性,探索局部空间热点和冷点区域,推测疫情扩散态势^[17]。

1.3.5 统计报告管理

该功能设计思路是根据食源性疾病个案信息、聚集性暴发事件信息和疾病空间分析信息,统计汇总出食源性疾病三间分布、流行趋势、空间相关性、高风险地区等关键信息,根据预设模版自动生成疫情报告,实现自动化统计报告管理^[18]。

1.3.6 预警发布管理

该功能设计思路是以本系统收集的患者信息和国家传染病监测网络收集的食源性疾病历史疫情资料为基础,对中山市内食源性疾病散发和疑似

聚集病例进行预警。主要采用以下三种预警方式：(1)单个阳性菌株预警：对重点关注的菌株阳性病例的及时预警(例如沙门菌)，系统一旦发现1例菌株阳性报告病例，即通过语音电话、短信等方式向食源性业务管理员发出预警信息；(2)高水平发病趋势预警：应用移动百分位数法，对中山市整体食源性疾病的发病水平建立分析模型，根据5年内的同期发病人数，以日为单位计算同期各百分位数，确定预警阈值，超出预警阈值即发出预警信息；(3)空间统计显著性预警：通过时空扫描模型，对全市各镇区食源性病例进行时空扫描分析，对搜索的时空范围内具有统计学意义的聚集病例进行预警^[19-20]。

2 成效及存在问题

2.1 系统成效

从区域卫生信息平台直接抽取患者数据开展的自动化食源性监测模式，在设计上突破了以往依靠哨点医院的瓶颈，将采集范围扩展到了中山市所有医疗机构和社区卫生服务中心，自动获取符合食源性定义的主诉病例，从个体上掌握全市疑似食源性疾病患者就诊和用药情况，每日夜间汇总当天所有疑似食源性疾病病例，基于空间统计分析模型辅助研判，对疑似聚集性食源性疾病暴发事件进行预警。该设计模式是对食源性疾病预测预警的创新性尝试，同时也是对区域卫生信息系统的应用创新。

2.2 存在问题

2.2.1 数据集中存在的问题

不同医疗机构的患者诊疗数据质量存在差异，临床诊断书写不规范、不标准，造成了编码的不准确，目前基层医疗机构中部分患者的诊断描述存在填写顺序颠倒、主要诊断缺失等问题，由于系统设计的核心是以ICD-10编码为基础，建立诊断字典库，实现食源性疾病监测的自动化，因此编码不准确、缺失等问题将导致匹配过程存在误差；因此，要求临床医师更多地了解和应用ICD-10编码，书写出高质量的疾病诊断，加强医疗机构的数据标准化和规范化，真正做到食源性疾病监测数据准确可用，信息科学可信。此外，由于患者电子病例中不含疑似暴露食品、用餐地点等字段信息，这部分的信息采集需要对HIS进行改造，增加疑似食源性疾病选项，一旦怀疑是由食品引起的症状，弹出对话框，首诊医生需要填写食源性疾病相应暴露信息，以便被区域卫生信息平台所采集，这部分功能在医疗机构内尚无，因此基于区域信息平台采集的食源性疾

病数据，目前还不能完全代替现有的国家食源性疾病主动监测系统的病例直报，二者采集的数据在一定时间内需互相补充、验证。

2.2.2 空间分析中存在的问题

部分患者的信息中，对于地址等方面的个人信息填写不完整，导致进行地理信息编码无法转换或出现位置偏离误差，影响空间统计分析结果。需要在区域卫生信息平台上对地址进行有效性验证，保证地址的准确性。

2.2.3 预警时效性的问题

由于中山市卫生数据资源中心的数据来自于中山市各医疗机构和社区卫生服务中心的当日病例数据推送，由各机构的前置机采集后，当夜夜间统一汇总至数据资源中心，因此区域卫生信息平台尚不具备发现即报告的实时监测能力。

3 小结

基于区域卫生信息平台的系统设计模式有助于解决我国食源性疾病预警中滞后性的问题，对推进基层公共卫生信息化建设、创新预警防控模式将产生积极的作用。

参考文献

[1] 刘家发, 朱建如. 食源性疾病的危险性评估及预警系统的建立[J]. 公共卫生与预防医学, 2004, 15(1): 30-32.

[2] HAVELAAR A H, KIRK M D, TORGERSON P R, et al. World Health Organization global estimates and regional comparisons of the burden of foodborne disease in 2010[J]. PLoS Medicine, 2015, 12(12): e1001923.

[3] 毛雪丹, 胡俊峰, 刘秀梅. 我国细菌性食源性疾病负担的初步研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2011, 23(2): 132-136.

[4] 毛雪丹, 胡俊峰, 刘秀梅. 用文献综述法估计我国食源性非伤寒沙门氏菌病疾病负担[J]. 中华疾病控制杂志, 2011, 15(7): 622-625.

[5] 毛雪丹, 胡俊峰, 刘秀梅. 用文献综述法估计我国食源性副溶血性弧菌病发病率[J]. 中华疾病控制杂志, 2013, 17(3): 265-267.

[6] 黄兆勇. 食源性疾病的流行和监测现状[J]. 应用预防医学, 2012, 18(2): 125-128.

[7] 李剑森, 梁骏华, 柯碧霞, 等. 2012年广东省食源性疾病监测结果分析[J]. 华南预防医学, 2013, 39(6): 10-16.

[8] 宗文红, 周洲, 刘月星, 等. 我国十二五区域人口健康信息化建设现状及思考[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2015, 12(2): 196-201.

[9] 李咏梅, 黄中秀, 张立实. 食源性疾病 ICD-10 分类系统的建立[J]. 现代预防医学, 2007, 34(5): 902-905.

[10] 王博远, 李炳烈, 罗乐, 等. 基于 GIS 技术的地址转换经纬度程序设计[J]. 电脑编程技巧与维护, 2018(2): 154-156.

[11] 肖革新, 肖辉. 基于空间统计的食品安全风险研究现状与展望[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(4): 409-414.

[12] 沈剑峰, 居斌, 江涛, 等. 省级区域卫生信息资源中心平台

的体系架构与功能模式研究[J]. 中国数字医学, 2010, 5(1): 36-39.

[13] 陈平, 帅仁俊, 江燕, 等. 基于南京市区域卫生信息平台的公众健康服务系统研究[J]. 中国医疗设备, 2017, 32(5): 141-145.

[14] 卢琰. 基于健康档案的区域卫生信息平台数据采集系统分析与设计[J]. 广东科技, 2013, 22(8): 34-35.

[15] 许培海. 我国区域卫生信息平台建设现状及趋势研究[J]. 中国数字医学, 2016, 11(5): 23-26.

[16] 孙卫, 孙中海, 刘利钊. 创新疾病监测预警——利用区域健康档案数据建立疾病监测预警系统[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2012, 9(5): 62-66.

[17] 卢丹丹, 程维虎, 梅树江, 等. 时空统计在食源性疾病中的应用[J]. 数理统计与管理, 2018, 37(1): 25-35.

[18] 黄文龙, 陈长华, 洪荣涛, 等. 传染病与突发事件智能分析报告系统的研究与实现[J]. 中国公共卫生管理, 2015, 31(2): 146-147.

[19] 肖辉, 肖革新. 时空扫描统计量在细菌性痢疾监测数据分析中的应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2014, 26(1): 83-87.

[20] 史文佩, 欧阳艳昊, 梁进军, 等. 基于空间自相关和时空扫描统计量的湖南省毒蕈中毒聚类研究[J]. 中国卫生统计, 2017, 34(2): 225-228.

(上接第 344 页)

1.背景资料。该物质是一种食品接触材料及制品用添加剂,不溶于水。美国食品药品监督管理局和欧洲委员会均允许其用于食品接触用涂料及涂层。

2.工艺必要性。该物质一般添加在热固性金属涂料中,用于改善其柔韧性,同时也可提高涂膜的抗划伤和耐磨性。

(十)1,4-苯二甲酸与己二酸、1,4-丁二醇和偏苯三甲酸酐的聚合物

1.背景资料。该物质是一种食品接触材料及制品用基础树脂,不溶于水。美国食品药品监督管理局和欧洲委员会均允许其用于食品接触用涂料及涂层。

2.工艺必要性。该物质用在粉末涂料中,可以提高粉末涂料在成膜后的柔韧性。

(十一)氯甲基环氧乙烷与 4,4'-亚甲基双(2,6-二甲基酚)和对苯二酚的聚合物

1.背景资料。硫磺作为食品添加剂已列入《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》(GB 2760),允许用于水果干类、蜜饯凉果、干制蔬菜等食品类别,本次申请使用范围扩大到香辛料及粉(仅限八角)(食品类别 12.09.01)。硫磺通过熏蒸产生二氧化硫从而发挥防腐作用,国际食品法典委员会、欧盟委员会等允许亚硫酸盐类物质作为二氧化硫来源用于香辛料的防腐。

2.工艺必要性。该物质作为防腐剂用于香辛料及粉(仅限八角)(食品类别 12.09.01),防止八角霉变。其质量规格执行《食品添加剂 硫磺》(GB 3150—2010)。

(五)半乳甘露聚糖

1.背景资料。半乳甘露聚糖作为食品添加剂已列入《食品安全国家标准 食品添加剂使用标准》(GB 2760)中表 A.2,允许在各类食品按生产需要适量使用(表 A.3 食品类别除外),本次申请作为食品营养强化剂用于特殊医学用途配方食品(13.01 中涉及品种除外)(食品类别 13.03)。欧盟委员会、美国食品药品监督管理局等允许其作为食品原料用于食品。

2.工艺必要性。该物质作为食品营养强化剂用于特殊医学用途配方食品(13.01 中涉及品种除外)(食品类别 13.03),提供膳食纤维。其质量规格执行《食品添加剂 半乳甘露聚糖》(GB 1886.301—2018)。

(六)富硒酵母

1.背景资料。富硒酵母作为食品营养强化剂已列入《食品安全国家标准 食品营养强化剂使用标准》(GB 14880),允许用于含乳饮料等食品类别,本次申请使用范围扩大到特殊医学用途配方食品(13.01 中涉及品种除外)(食品类别 13.03)。欧盟委员会、美国食品药品监督管理局等允许其用于特殊医学用途配方食品。

2.工艺必要性。该物质作为食品营养强化剂用于特殊医学用途配方食品(13.01 中涉及品种除外)(食品类别 13.03),补充硒元素。其质量规格执行《食品营养强化剂 富硒酵母》(GB 1903.21—2016)。

(相关链接: <http://www.nhc.gov.cn/sps/s3586/201905/1d57841b763146bab817524d0d8f8378.shtml>)