

- 腐蚀研究进展[J]. 摩擦学学报, 2017, 37(1): 130-138.
- [13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 家用食品金属烹饪器具不粘表面性能及测试规范 第2部分: 不粘性及耐磨性测试规范: GB/T 32095. 2—2015 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015.
- [14] 毛伟峰, 杨大进, 隋海霞, 等. 我国成人居民膳食中铅暴露风险评估[J]. 中国食品卫生杂志, 2016, 28(1): 107-110.
- [15] 毛伟峰, 隋海霞, 刘爱东, 等. 累积风险评估方法在典型人群饮料中铅和镉联合暴露评估中的应用[J]. 中国食品卫生杂志, 2018, 30(3): 307-311.
- [16] KAMERUD K L, HOBBIE K A, ANDERSON K A. Stainless steel leaches nickel and chromium into foods during cooking[J]. J Agric Food Chem, 2013, 61(39): 9495-9501.
- [17] CHEN Y. Study of the impact factors on heavy metals migration of stainless steel choppers[J]. Advanced Materials Research, 2013, 834-836: 420-424.

研究报告

食品中化学有害物质风险定量模型在计算机系统实现

苏亮¹, 张磊¹, 任鹏程¹, 李志兴², 王亚男¹, 岑增¹, 宿晨¹, 刘兆平¹, 周萍萍¹

(1. 国家食品安全风险评估中心, 北京 100022;

2. 吉林省食品生产许可证审核中心, 吉林 长春 130000)

摘要:目的 建立快速、自动化地评估食品中化学有害物质的风险定量模型。方法 基于 Spring MVC 框架, 集成食品化学有害物质定量评估模型以及对评估结果的可视化方法。结果 形成了一套融合多源数据的食品安全化学有害物质电子化风险评估软件。结论 阐述了信息化电子评估系统, 实现了食品化学有害物质风险定量评估模型的流程化与自动化, 使食品化学有害物质的定量评估模型能够在业务中广泛采用, 从而提高了评估的工作效率。

关键词: 风险评估; 化学有害物质; 计算机系统; 食品安全

中图分类号: R155 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-8456(2020)03-0239-05

DOI: 10.13590/j.cjfh.2020.03.004

Quantitative risk model of hazardous chemicals in foodstuffs in computer system

SU Liang¹, ZHANG Lei¹, REN Pengcheng¹, LI Zhixing², WANG Yanan¹, CEN Ceng¹,
XU Chen¹, LIU Zhaoping¹, ZHOU Pingping¹

(1. China National Center for Food Safety Risk Assessment, Beijing 100022, China;

2. Jilin Province Center for Food Production License Audit, Jilin Changchun 130000, China)

Abstract: Objective To quickly and automatically evaluate the risk of hazardous chemical substances in food quickly and automatically. **Methods** Based on the Spring MVC framework, a quantitative assessment model of food chemicals was integrated and a visualization of the assessment result was provided. **Results** A set of food safety risk assessment software chemical hazard based on multi-source data fusion electronic. **Conclusion** The e-evaluation system described in this article had enabled the process and automation of a quantitative assessment model for the risk of food chemicals. It had also enabled the quantitative assessment model for food chemicals to be widely used in the business, thereby improving the efficiency of assessment.

Key words: Risk assessment; food chemicals; computer system; food safety

在食品安全问题中, 化学有害物质是一个不容忽视的风险因素。加强对化学有害物质有效控制,

是保障食品安全的重要方面。而对食品中化学有害物质的风险评估, 是控制其危害的前提。食品中化学有害物质的风险评估方法主要有: 定性评估、半定量评估和定量评估。其中, 定性评估主要依据对数据资料的定性分析和判断, 直接得出描述性结果, 但缺乏直观的量化结果。半定量评估方法将食品污染监测数据、食品消费量数据等定量数据与专

收稿日期: 2020-03-19

作者简介: 苏亮 男 助理研究员 研究方向为食品安全信息化

E-mail: suliang@cfsa.net.cn

通信作者: 张磊 男 研究员 研究方向为食品安全风险评估

E-mail: zhanglei@cfsa.net.cn

家经验等定性知识相结合,实现对食品中特定物质造成的人体健康风险的快速分级与评估。而定量评估方法则主要采用定量模型计算膳食暴露量,然后根据有害化学物质的剂量-反应关系对风险进行评估。当前定量方法因其所具有的精准性、严谨性,被越来越多地采用^[1-2]。然而,定量方法往往依赖大量的数据,并涉及到极为复杂的计算^[3]。这导致模型的使用较为繁琐。这一问题的解决,需要建立电子化的评估计算系统。本研究阐述了一套定量的食品化学有害物质风险评估和分级模型的系统实现方法,并展示其在计算机系统实现结果。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 系统架构设计

系统采用基于 JavaEE 的 Spring MVC 框架,数据库为 Oracle 11g,并通过 JDBC(Java 数据库连接、Java Database Connectivity)接入,前端页面使用 EasyUI 集成呈现,系统架构如图 1 所示。其中,View(视图)层是与客户的交互层,负责提交用户请求和数据,并将后台的响应结果返回给客户层,同时提供客户提交信息的 JavaScript 验证功能。Control(控制)层负责项目中业务功能实现流程的管理工作。同时,该层还负责与其他两层的通信,这个过程还需要一些 Bean(Java 的软件组件模型、JavaBean)类协助传递信息。另外 Control 层还要负责请求的转发与从定向。Model(模型)层主要是一些实现具体业务功能的类。

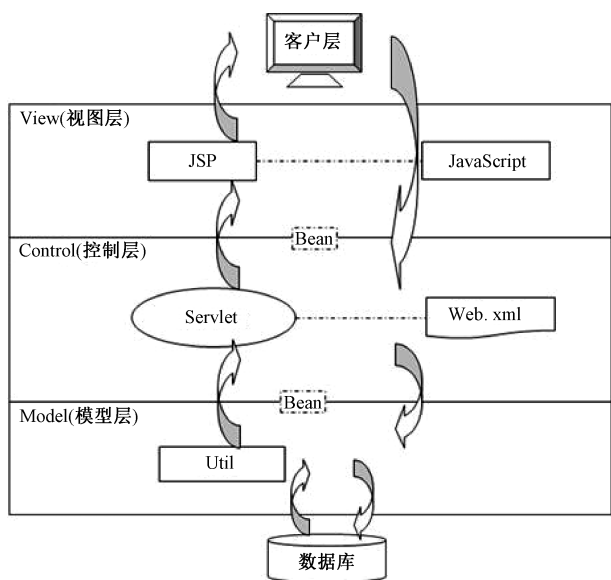


图 1 主体技术架构

Figure 1 Main technical architecture

1.1.2 流程设计

食品化学有害物质风险评估模型是一套基于

食品化学有害物质含量数据及食物消费量数据的定量与分级风险评估模型。模型输入数据包括:食品污染监测数据、食品消费量数据、化学物毒理数据、人群分类数据等,模型输出为指定食品对于评估人群的暴露量风险值以及风险分级(以风险矩阵形式展现)。

数据的来源有两个方面,一是从化学有害物质监测数据库中抽取,二是直接人工输入。其中,从数据库中抽取是最为快捷的方式。但由于风险评估工作的多样化需求,数据库中的数据未必完整充分,因此也支持人工直接输入数据。

1.2 方法

1.2.1 异常值检测

异常值的检测主要是针对化学有害物质的含量及食物消费量,该过程既可以由人工经验进行,也可以在已有数据的基础上,借助统计学方法进行。在实际情况中,正常值范围的下界很容易确定(通常是 0 或检出限),因此异常值的检测问题可以转化为正常值范围上界的确定。正常值范围上界的确定方法如下:

假设已经可以确定有一批足够数量的数据是在合理范围内的,记该批数据的集合为 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 。其余数据无法确定是否超过上限,这些数据的集合记为 Y 。设 y 为集合 Y 的最小值,显然,有 $y > \max(x)$ 。以下的任务是,判断 y 是否超过上限,并计算上限。

首先,对 x_1, x_2, \dots, x_n 做分布拟合。先给出一些常见的分布形式,如正态、对数正态、指数等(若数据允许负值,需要对所有数据加上足够大的常数,使其全为正值)。分别根据这些分布,对数据进行分布拟合,并选出拟合最好的分布[可用赤池信息量准则(akaikie information criterion, AIC)评价拟合的好坏]。记该分布(含分布参数)为 D ,其分布函数为 $F(x)$ 。

然后,计算 $F(y)$ 。给定 $\alpha \in (0, 1)$,若 $F(y) \geq n^{-1}\sqrt{1-\alpha}$,则将上限定为 $F^{-1}(n^{-1}\sqrt{1-\alpha})$,并且可以证明数据实际正常却被误判为不合理的概率为 α 。于是 y 超过上限。若 $F(y) < n^{-1}\sqrt{1-\alpha}$,则将 y 从 Y 中移除,并放入 X ,同时将 n 自加 1,然后重复上述步骤,直到 $F(y) \geq n^{-1}\sqrt{1-\alpha}$ 或 $Y = \emptyset$ 。若 $Y = \emptyset$,则同样将上限定为 $F^{-1}(n^{-1}\sqrt{1-\alpha})$ 。建议 α 取 0.01。

另外, X 和 Y 的初始化可以通过层次聚类实现。将所有样本聚为两类,若值较大的一类占比不足 5%,则该类为 Y ,其余为 X 。反之,则所有数据均属于 X 。由此,可以确定正常值范围上界,从而实现异常值的检测。

1.2.2 模型计算

为将食品化学有害物质风险算法模型在系统上集成实现,根据模型计算原理绘制出整体流程图

(见图2),模型分为健康指导值计算、暴露量评估计算和风险分级计算三部分。

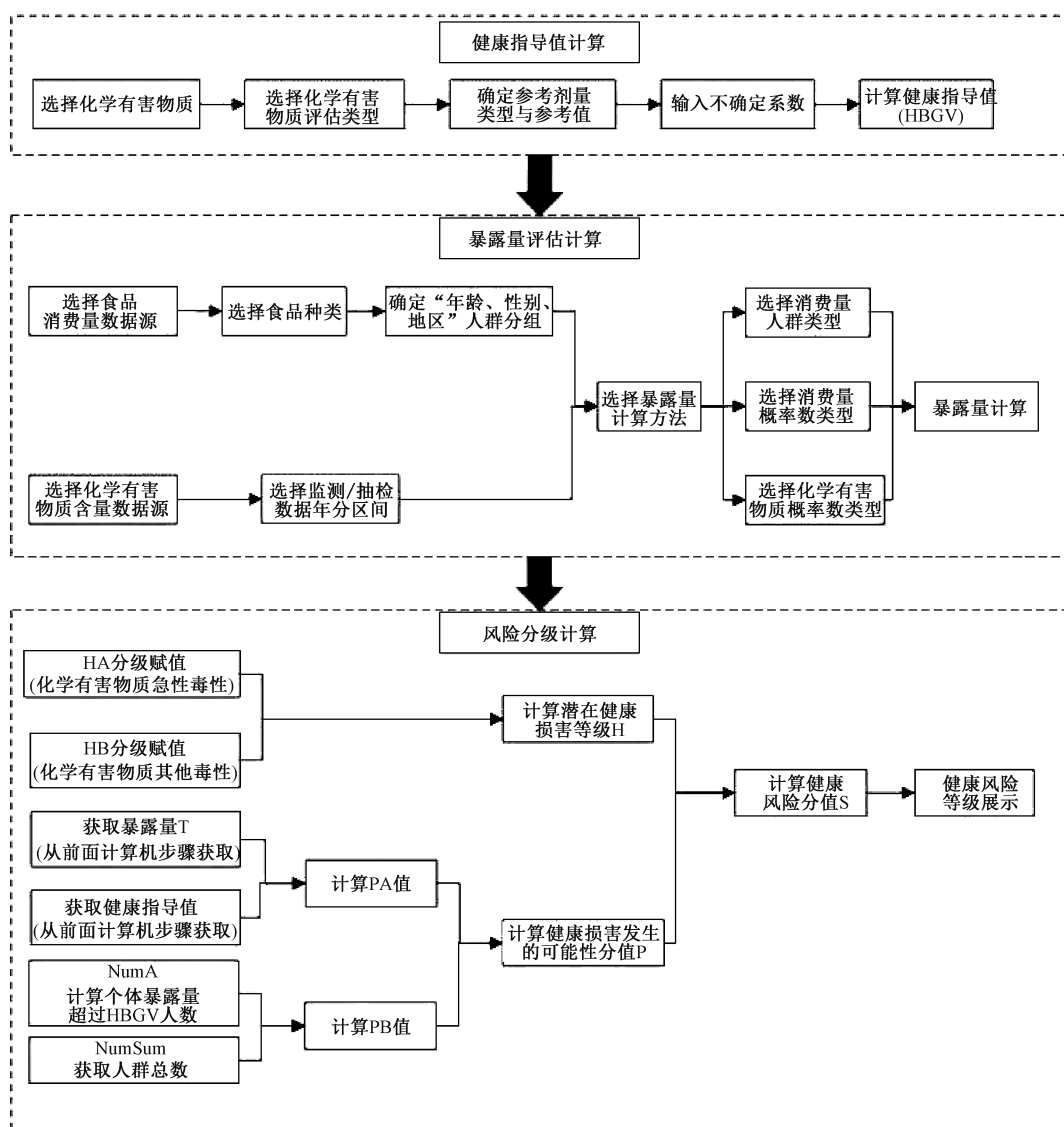


图2 模型计算的整体流程图

Figure 2 Overall flow chart of model calculation

1.2.2.1 健康指导值计算

健康指导值,指人类在一定时期内(终生或24 h)摄入某种(或某些)物质,而不产生可检测到的对健康产生危害的安全限值。其计算方法^[4]为健康指导值=参考剂量/不确定系数。不同的化学物,其健康指导值指标与类型各不相同,针对何种化学物进行评估时,基本上就决定了采取何种化学物评估类型。在系统中,健康指导值计算流程见图2。

评估过程中需要结合该化学有害物质可获得的毒性参考点及毒理学数据充分程度,通过不确定系数对指标进行适当的修正。大多数化学有害物质可以设定默认的不确定系数,某些物质的不确定系数需要评估专家的判断。本计算机系统中参考

剂量是指用于计算健康指导值的毒性参考点,如未观察到无毒副作用水平(NOEL)、基准剂量下限值(BMDL)等,或某个健康指导值。根据化学有害物质的毒理学资料完善性,某些由后台数据库直接给出,某些需要手动输入。对于某些已经建立明确的健康指导值化学物,此时参考剂量即显示为健康指导值,不确定系数默认为1。

1.2.2.2 暴露量评估计算

对于化学有害物质暴露量计算,计算核心思路为^[5]:
$$\text{暴露量} = \sum \frac{\text{食品消费量} \times \text{化学污染物含量}}{\text{体重}}$$

在系统中,暴露量评估计算流程见图2,其中,食品消费量由所选食品消费量数据源、所选食品种类、人群分组、消费量人群类型、所选消费

量分位数等参数确定;化学有害物质含量由所选化学污染物含量数据源、数据年份区间、地区等参数确定。

1.2.2.3 风险分级计算

在系统中,风险等级评估流程见图2,其中HA、HB分别为急性毒性和慢性毒性分级赋值,依据化学有害物质毒理学资料确定,方法见参考文献[6];

H = (HA + HB) / 2, 代表潜在健康损害等级分值; PA =

T / HBGV, 根据暴露量(T)与健康指导值(HBGV)的比

值分级赋值,反映损害发生的可能性; PB =

NumA / NumSum, 根据个体暴露量超过健康指导值的人群

比例分级赋值,反映损害发生的可能性; P =

(PA + PB) / 2, 代表健康损害发生可能性分值; S = H x P,

代表健康风险的等级分值。

2 结果

根据实际业务需求,评估专家首先选择需要评估的化学有害物质对象、评估类型、参考类型、输入相应的参考剂量和不确定系数后,计算健康指导值(图3)。然后根据健康指导值,在暴露量计算处,选择化学有害物质数据源、食品类别、地区、人群等相关参数,通过分布式点评估计算方法,根据相关统计指标计算暴露量。提交后,系统会自动计算结果,并将计算结果展示到系统模型页面上。模型的输出结果有两类(见图4和5),分别是数值的评估

结果和风险矩阵。从图4可以看出,在该四组人群组合的情况下,可能性级别(P)、危害性级别(H)均分别为1和4,通过计算得出风险分级值(S)为4,根据健康风险分值表可以得出评估结果为低风险。最后,根据H、P、S分值,在风险分级表中标出风险图示,如图5所示。

Table with 6 columns: 序号, 组合, 可能性级别, 危害性级别, 风险分级值, 评估结果. It lists four scenarios for risk assessment.

图4 结果数据输出

Figure 4 Result data output

Risk matrix table with 6 rows and 6 columns. Columns represent potential health damage levels (极轻 to 极重) and rows represent possibility levels (几乎肯定 to 极不可能).

图5 风险矩阵输出

Figure 5 Risk matrix output

3 小结

在JavaEE的Spring MVC框架下,阐述了信息化电子评估系统集成健康指导值计算、暴露量计算和风险分级等业务及评估流程。该系统实现了食品化学有害物质风险定量评估模型的流程化与自动化,也真正使食品化学有害物质的定量评估模型能够在业务中广泛采用,从而提高了评估的工作效率。

参考文献

List of references including: [1] WU Y N. Food chemical safety risk management options... [2] BARLOW S M, DYBING E, EDLER L, et al. Food Safety in Europe (FOSIE)... [3] DONG Y Y, LIU J H, WANG S, et al. Food Safety Special Issue... [4] VARZAKAS T H, CHRYSOCHOIDIS G, ARGYROPOULOS D.

化学有害物风险评估

——健康指导值计算

请选择化学有害物:

- 农药
元素
天然毒素
兽药
其他物质

选择评估类型: 急性暴露评估

* 请选择评估类型

选择参考类型: ARfD

* 参考类型可以通过选择评估类型查出相应的结果

输入参考剂量: 请输入参考剂量 mg/kg bw

* 选择参考类型之后若未自动填充请手动输入该化学物参考剂量值

不确定系数: 请输入不确定系数

* 输入修正系数

计算健康指导值

图3 以健康指导值计算参数选择为例的模型输入

Figure 3 Model input using health guidance value calculation parameter selection as an example

- Approaches in the risk assessment of genetically modified foods by the Hellenic Food Safety Authority [J]. Food Chem Toxicol, 2007, 45(4):530-542.
- [5] SMITH M R, KÖNIG A. Environmental risk assessment for food-related substances [J]. Food Control, 2010, 21(12): 1588-1600.
- [6] ZHOU P P, LIU Z P, ZHANG L, et al. Methodology and application for health risk classification of chemicals in foods based on risk matrix[J]. Biomed Environ Sci, 2014, 27(11): 912-916.

· 新冠肺炎疫情防控 ·

新冠肺炎疫情期间儿童青少年营养健康指导建议

儿童青少年正处在生长发育和行为形成的关键期,长时间居家生活会对他们的身心健康产生一定影响。为保证新冠肺炎疫情期间儿童青少年营养均衡和身体健康,现提出以下营养健康指导建议。

一、保证食物多样

疫情期间应保证食物品种多样,建议平均每天摄入食物 12 种以上,每周 25 种以上。做到餐餐有米饭、馒头、面条等主食,经常搭配全谷物、杂粮杂豆和薯类。保证鱼、禽、瘦肉和蛋摄入充足且不过量。优选水产品 and 禽肉,其次是瘦畜肉。餐餐要有蔬菜,保证每天摄入 300~500 g 蔬菜,其中深色蔬菜应占一半。每天吃半斤左右的新鲜水果,喝 300 g 牛奶或吃相当量的奶制品。经常吃大豆及豆制品和菌藻类食物。

二、合理安排三餐

要保证三餐规律,定时定量,不节食,不暴饮暴食。要每天吃早餐,早餐应包括谷薯类、肉蛋类、奶豆类、果蔬类中的三类及以上。午餐要吃饱吃好,晚餐要清淡一些。早餐、午餐、晚餐提供能量应占全天总能量的 25%~30%、30%~40%、30%~35%。

三、选择健康零食

可以选择健康零食作为正餐的补充,如奶和奶制品、水果、坚果和能生吃的新鲜蔬菜,少吃辣条、甜点、含糖饮料、薯片、油炸食品等高盐、高糖、高油的零食。吃零食的次数要少,食用量要小,不能在正餐之前吃零食,不要边看电视边吃零食。

四、每天足量饮水

应每天足量饮水,首选白开水。建议 7~10 岁儿童每天饮用 1 000 mL,11~13 岁儿童每天饮用 1 100~1 300 mL,14~17 岁青少年每天饮用 1 200~1 400 mL。饮水应少量多次,不要等到口渴再喝,更不能饮料代替水。

五、积极身体活动

居家期间应利用有限条件,积极开展身体活动,如进行家务劳动、广播操、拉伸运动、仰卧起坐、俯卧撑、高抬腿等项目,保证每天中高强度活动时间达到 60 min。如允许在室外活动,可进行快步走、慢跑、球类运动、跳绳等中高强度的身体活动。避免长时间久坐,每坐 1 h 站起来动一动,减少上网课以外的看电视、使用电脑、手机或平板的屏幕时间。保证每天睡眠充足,达到 8~10 h。

六、保持健康体重

儿童青少年应关注自己的体重,定期测量自己的身高、体重,学会计算体质指数(BMI, BMI=体重(单位为 kg)/身高的平方(单位为 m²)),使用《学龄儿童青少年营养不良筛查》(WS/T 456—2014)和《学生健康检查技术规范》(GB/T 26343—2010)自评体重情况。如一段时间内体重情况出现变化,如由正常变为超重,应随时调整“吃”、“动”,通过合理饮食和积极运动,保持健康的体重增长,预防营养不良和超重肥胖。

(相关链接:<http://www.nhc.gov.cn/xcs/zhengcwj/202005/30a5bcf29f084e4f8b25e40be82f0cd1.shtml>)